Gehler

Phys. g.
133/4

<36602812260019

<36602812260019

Bayer. Staatsbibliothek

Physic. gen.
133
Physica - Lexica. 11.
R

Phyſikaliſches
Wörterbuch

oder

Verſuch

einer Erklärung der vornehmſten Begriffe
und Kunſtwörter

der Naturlehre

mit kurzen Nachrichten von der Geſchichte
der Erfindungen und Beſchreibungen der
Werkzeuge begleitet

in alphabetiſcher Ordnung

von

D. Johann Samuel Traugott Gehler

Oberhofgerichtsaſſeſſorn und Senatorn zu Leipzig, auch der
ökonomiſchen Societät daſelbſt Ehrenmitgliede.

Vierter Theil

von See bis Z

mit ſechs Kupfertafeln, Taf. XXII. bis XXVII.

Leipzig,
im Schwickertſchen Verlage 1791.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS

Bayerische Staatsbibliothek München

Vorerinnerung.

Das phyſikaliſche Wörterbuch, deſſen Hauptinhalt ich, meinem Plane und Verſprechen gemäß, mit dieſem vierten Theile beſchließe, hat eine ſo günſtige Aufnahme gefunden, daß ich mir wohl mit der Hofnung ſchmeicheln darf, meinen Zweck dabey nicht ganz verfehlt, und durch Ausarbeitung deſſelben etwas zur Beförderung und Ausbreitung des erhabnen Studiums der Natur beygetragen zu haben. Ich müſte ganz ohne Gefühl geweſen ſeyn, wenn ich in dem Beyfalle des Publikums und in den Urtheilen der einſichtsvollen Gelehrten, welche dieſes Buch öffentlich empfohlen haben, nicht den kräftigſten Antrieb gefunden hätte, auch auf die letztern Theile deſſelben allen möglichen Fleiß zu verwenden. Hoffentlich wird man wenigſtens mein Beſtreben nach Vollſtändigkeit, Ordnung, gründlicher Behandlung der Gegenſtände und Deutlichkeit des Vortrags nirgends vermiſſen, wenn auch ſchon die Ausführung ſelbſt manche ſichtbare Mängel an ſich trägt, und weit unter dem Ideale zurückbleibt, das meiner Einbildungskraft beym erſten Anfange des Werks vorſchwebte.

Vor allem andern iſt meine Arbeit an den letztern Theilen durch die zahlreiche Menge neuer Entdeckun-

gen, Verſuche, Muthmaßungen und Syſteme erſchweret worden, welche bey den ſchnellen Fortſchritten der Wiſſenſchaft während der letztern fünf Jahre zu dem ohnehin ſchon ſo großen Vorrathe des über die Natur Erfahrnen und Gedachten hinzugekommen ſind. In einigen ſehr wichtigen phyſikaliſchen Lehren z. B. der von Wärme und Feuer, von Zerlegung und Zuſammenſetzung des Waſſers u. a. m. haben während dieſes Zeitraums die herrſchenden Vorſtellungsarten und Meinungen mehr, als einmal, abgewechſelt; bald ſind durch neue Erfahrungen Sätze aufgeſtellt worden, welche großen Beyfall zu verdienen und über die dunkelſten Fächer ein unerwartetes Licht zu verbreiten ſchienen; bald hat man durch widerſprechende Erfahrungen dieſe Sätze wiederum zweifelhaft zu machen geſucht. So war bey der Vollſtändigkeit, die ich ſuchte, von Zeit zu Zeit manches Neue aufzunehmen, bisweilen auch das bereits Aufgenommene wieder abzuändern und aus einem andern Geſichtspunkte darzuſtellen. Dies iſt ſo weit gegangen, daß ich nicht ſelten um neuer Beobachtungen oder Vorſtellungsarten willen ganze Artikel, noch unmittelbar vor ihrem Abdrucke, umgearbeitet habe.

Dieſe während der Arbeit hinzugekommenen Ergänzungen haben in einem alphabetiſch geordneten Werke der Natur der Sache nach nicht allemal den-

jenigen ſchicklichen Platz finden können, an welchem ſie der Leſer vielleicht am erſten ſuchen wird; oft iſt es ſogar nicht möglich geweſen, ſie mit dem, was bereits in den vorhergehenden Theilen über ebendenſelben Gegenſtand geſagt war, in den gehörigen Zuſammenhang zu bringen. Es iſt hieraus hin und wieder ein gewiſſer mir ſehr unangenehmer Mangel an Concinnität entſtanden, den man z. B. bey Vergleichung der Artikel **Feuer** im zweyten, und **Wärme** im vierten Theile, gar leicht wahrnehmen wird. Ueberdies hat noch eine ziemliche Anzahl der neuſten Beobachtungen und Bemerkungen gänzlich wegbleiben müſſen, weil für dieſelben im letzten Theile ſchlechterdings keine ſchickliche Stelle mehr zu finden war.

Um dieſen Mängeln, ſo viel in meinen Kräften ſteht, abzuhelfen, werde ich in einem noch hinzuzufügenden fünften Theile nicht nur die nöthigſten Ergänzungen, Zuſätze und Berichtigungen in alphabetiſch geordneten Artikeln nachfolgen laſſen, ſondern auch, nach dem Beyſpiele des Macqueriſchen chymiſchen Wörterbuchs, in einem genau ausgearbeiteten Realregiſter bey jedem Worte auf alle Stellen verweiſen, welche die dazu gehörigen oder damit verwandten Gegenſtände und Sätze betreffen, um dadurch den Leſern die Bequemlichkeit zu verſchaffen, daß ſie alles, was von einem Gegenſtande oft unter

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorerinnerung.

Das phyſikaliſche Wörterbuch, deſſen Hauptinhalt ich, meinem Plane und Verſprechen gemäß, mit dieſem vierten Theile beſchließe, hat eine ſo günſtige Aufnahme gefunden, daß ich mir wohl mit der Hofnung ſchmeicheln darf, meinen Zweck dabey nicht ganz verfehlt, und durch Ausarbeitung deſſelben etwas zur Beförderung und Ausbreitung des erhabnen Studiums der Natur beygetragen zu haben. Ich müſte ganz ohne Gefühl geweſen ſeyn, wenn ich in dem Beyfalle des Publikums und in den Urtheilen der einſichtsvollen Gelehrten, welche dieſes Buch öffentlich empfohlen haben, nicht den kräftigſten Antrieb gefunden hätte, auch auf die letztern Theile deſſelben allen möglichen Fleiß zu verwenden. Hoffentlich wird man wenigſtens mein Beſtreben nach Vollſtändigkeit, Ordnung, gründlicher Behandlung der Gegenſtände und Deutlichkeit des Vortrags nirgends vermiſſen, wenn auch ſchon die Ausführung ſelbſt manche ſichtbare Mängel an ſich trägt, und weit unter dem Ideale zurückbleibt, das meiner Einbildungskraft beym erſten Anfange des Werks vorſchwebte.

Vor allem andern iſt meine Arbeit an den letztern Theilen durch die zahlreiche Menge neuer Entdeckun-

gen, Verſuche, Muthmaßungen und Syſteme erſchweret worden, welche bey den ſchnellen Fortſchritten der Wiſſenſchaft während der letztern fünf Jahre zu dem ohnehin ſchon ſo großen Vorrathe des über die Natur Erfahrnen und Gedachten hinzugekommen ſind. In einigen ſehr wichtigen phyſikaliſchen Lehren z. B. der von Wärme und Feuer, von Zerlegung und Zuſammenſetzung des Waſſers u. a. m. haben während dieſes Zeitraums die herrſchenden Vorſtellungsarten und Meinungen mehr, als einmal, abgewechſelt; bald ſind durch neue Erfahrungen Sätze aufgeſtellt worden, welche großen Beyfall zu verdienen und über die dunkelſten Fächer ein unerwartetes Licht zu verbreiten ſchienen; bald hat man durch widerſprechende Erfahrungen dieſe Sätze wiederum zweifelhaft zu machen geſucht. So war bey der Vollſtändigkeit, die ich ſuchte, von Zeit zu Zeit manches Neue aufzunehmen, bisweilen auch das bereits Aufgenommene wieder abzuändern und aus einem andern Geſichtspunkte darzuſtellen. Dies iſt ſo weit gegangen, daß ich nicht ſelten um neuer Beobachtungen oder Vorſtellungsarten willen ganze Artikel, noch unmittelbar vor ihrem Abdrucke, umgearbeitet habe.

Dieſe während der Arbeit hinzugekommenen Ergänzungen haben in einem alphabetiſch geordneten Werke der Natur der Sache nach nicht allemal den-

jenigen ſchicklichen Platz finden können, an welchem ſie der Leſer vielleicht am erſten ſuchen wird; oft iſt es ſogar nicht möglich geweſen, ſie mit dem, was bereits in den vorhergehenden Theilen über ebendenſelben Gegenſtand geſagt war, in den gehörigen Zuſammenhang zu bringen. Es iſt hieraus hin und wieder ein gewiſſer mir ſehr unangenehmer Mangel an Concinnität entſtanden, den man z. B. bey Vergleichung der Artikel **Feuer** im zweyten, und **Wärme** im vierten Theile, gar leicht wahrnehmen wird. Ueberdies hat noch eine ziemliche Anzahl der neuſten Beobachtungen und Bemerkungen gänzlich wegbleiben müſſen, weil für dieſelben im letzten Theile ſchlechterdings keine ſchickliche Stelle mehr zu finden war.

Um dieſen Mängeln, ſo viel in meinen Kräften ſteht, abzuhelfen, werde ich in einem noch hinzuzufügenden fünften Theile nicht nur die nöthigſten Ergänzungen, Zuſätze und Berichtigungen in alphabetiſch geordneten Artikeln nachfolgen laſſen, ſondern auch, nach dem Beyſpiele des Macqueriſchen chymiſchen Wörterbuchs, in einem genau ausgearbeiteten Realregiſter bey jedem Worte auf alle Stellen verweiſen, welche die dazu gehörigen oder damit verwandten Gegenſtände und Sätze betreffen, um dadurch den Leſern die Bequemlichkeit zu verſchaffen, daß ſie alles, was von einem Gegenſtande oft unter

mehrern Artikeln vorkömmt, und was ſie ſonſt nicht allezeit da, wo ſie es zuerſt ſuchen, möchten finden können, zuſammen überſehen und nach Gefallen am gehörigen Orte nachſchlagen können. Zugleich werde ich auch Regiſter der lateiniſchen und franzöſiſchen Kunſtwörter nebſt dem Vorſchlage einer Ordnung mittheilen, in welcher die Artikel des ganzen Werks als ein zuſammenhängendes Lehrbuch der Phyſik geleſen werden können.

Dieſen die Supplemente und Regiſter enthaltenden Theil hoffe ich mit der Oſtermeſſe des künftigen Jahres zu vollenden, und dadurch meiner Arbeit denjenigen Grad der Vollſtändigkeit und Brauchbarkeit zu geben, den ich nach den Umſtänden der Zeit und meiner Lage nur immer zu erreichen fähig bin, und nach welchem ich mit dem möglichſten Fleiße zu ſtreben für Pflicht halte. Leipzig, im Monat Julius, 1791.

D. Johann Samuel Traugott Gehler.

Bayeriſche
Staatsbibliothek
München

Phyſikaliſches Wörterbuch
oder
Verſuch einer Erklärung der vornehmſten Begriffe und Kunſtworte der Naturlehre, in alphabetiſcher Ordnung.

S.

See, ſ. Meer.

Seen, Landſeen, Lacus, Stagna, *Lacs*, *Etangs*. Dieſen Namen führen die ſtehenden Gewäſſer mitten im Lande, welche in keiner ſichtbaren, wenigſtens keiner unmittelbaren, Gemeinſchaft mit dem Weltmeere ſtehen. Man theilt ſie gewöhnlich in **eigentliche Seen** und **Sümpfe**, wobey man unter den letztern diejenigen verſteht, welche gar keinen ſichtbaren Abfluß haben. In dieſem Sinne iſt das ſogenannte kaſpiſche Meer ein Sumpf. Andere Schriftſteller, z. B. **Lulofs**, nennen Sümpfe (paludes) nur diejenigen Sammlungen von Waſſer, die durch Vermiſchung mit erdigten Theilen einen Theil ihrer Flüßigkeit verlohren haben. Von dieſen werde ich bey dem Worte **Sümpfe** handlen.

Die eigentlichen Seen (lacus, *lacs*) mit ſichtbaren Abflüſſen verändern gewöhnlich ihre Höhe zu verſchiedenen Zeiten des Jahres, je nachdem ſich die Menge der Zuflüſſe und des Niederſchlags aus dem Luftkreiſe ändert. Bey Seen, welche ihre Zuflüſſe aus entlegnen Orten erhalten, kömmt es nicht blos auf die Witterung in den nächſten Gegenden, ſondern hauptſächlich auf die Veränderungen in den Gebirgen an, aus welchen die Seen das Waſſer empfangen. Daher können Seen ſehr anwachſen, wenn der Schnee auf den Gebirgen zerſchmelzt, ohne daß man in ihrer Nachbarſchaft Regen oder Näſſe bemerkt. Der **Genferſee** ändert ſeine Höhe im Jahre oft auf 12 bis 16 Fuß, ſteigt gewöhnlich vom Ende des Jänners bis zum Julius oder Auguſt, und nimmt in dem übrigen Theile des Jahres nach und nach wieder ab, welches ohne Zweifel von dem Schmelzen

des Schnees auf den Alpen und dem ſtärkern Zufluſſe der Rhone herrührt (ſ. Journal Helvetique, Juin 1741 und Août 1746. auch im Hamburg. Magazin B. X. St. 1. N. 5 und B. XI. St. 2. N. 4.)

Manche Seen verlieren zu gewiſſen Zeiten alles Waſſer, ſo, daß ihr Boden ganz trocken wird. Einer der merkwürdigſten dieſer Art iſt der Czirknitzerſee (Lacus Lugeus) in Crain, welchen D. Brown (Philoſ. Trans. num. 54. p. 1083. num. 109. p. 194. und Valvaſor Ehre des Herzogthums Crain, Laybach 1689. fol. To. I. auch in Act. Erud. Lipſ. Dec. 1689. p. 634. ſqq. und Philoſ. Trans. num. 191. p. 411.) beſchreiben. Er iſt 1 deutſche Meile lang, ½ Meile breit, ohngefähr 15 Fuß tief und nimmt 8 Flüſſe auf. Um Jacobi, zuweilen auch erſt im Auguſt, fängt ſeine Oberfläche an zu ſinken, und in 25 Tagen wird der ganze See ſo leer, daß man 3 Wochen nachher aus dem auf dem Boden gewachſenen Graſe gutes Heu machen kan. Man beſäet dann gewiſſe Stellen mit Hirſen, welcher gewöhnlich noch reifet und eingebracht wird, ehe das Waſſer wiederkömmt. Der Abfluß ſowohl, als der Ausbruch des Waſſers geſchieht durch Löcher und ſteinigte Gänge im Boden, durch welche es ſo ſchnell hervordringt, daß der See insgemein in 18 – 24 Stunden angefüllt wird. Einige Oeffnungen im Boden geben lauteres Waſſer, andere ſpringen ſehr hoch und bringen eine Menge Fiſche mit, aus einigen kommen auch ſchwarze nicht längſt ausgebrütete Waſſervögel. Zuweilen geſchehen auch dergleichen Veränderungen im Jahre zwey bis dreymal, zuweilen in einigen Jahren gar nicht; aber nie iſt der See ein ganzes Jahr hindurch trocken. Dieſes ſeltſame, jedoch glaubwürdig bezeugte Verhalten des Czirknitzer-Sees wird insgemein durch eine Art von unterirdiſchem Heber erklärt. Ohne Zweifel befinden ſich in den umliegenden Bergen höhere Waſſerbehälter, wie AB, Taf. XXII. Fig. 1. Nun ſey CD ein Gang von einem ſolchen Behälter zur Höhle DLK, welche unter dem Boden des Sees GFH liegt, und mit ihm durch die Canäle FE verbunden iſt. So lange die Oberfläche des Waſſers in AB höher ſteht, als C, bekömmt die Höhle DLK,

alſo auch der See GH, Waſſer davon; ſobald aber jene Waſſerfläche unter C tritt, hören dieſe Zuflüſſe auf. Nun bekömmt zwar der Czirknitzer-See noch durch acht Flüſſe Waſſer; aber er giebt auch durch zwo Höhlen M eine große Menge Waſſer von ſich in den Fluß Jerſero, welcher noch auſſerdem mit dem untern Waſſerbehälter DLK Zuſammenhang haben muß, weil er noch zwey Tage läuft, nachdem der See gänzlich ausgetrocknet iſt. Dieſen Abfluß durch drey Oeffnungen können die acht Flüſſe nicht erſetzen, und der See muß ſo lange trocken bleiben, bis ihm der obere Waſſerbehälter AB durch CD wieder Zufluß geben kan. So ſoll bey Kauten im Inſterburgiſchen Diſtrikte in Preuſſen ein See ſeyn, der abwechſelnd drey Jahre trocken iſt, und drey Jahre Waſſer hat (Acta Acad. Nat. Curioſ. Decad. II. no. 5.) Nach Anleitung der Erklärung des Czirknitzer-Sees überſieht man die Möglichkeit ſolcher Erſcheinungen; die nähern Umſtände müſſen aus der Lokalbeſchaffenheit in jedem beſondern Falle erklärt werden.

Der Gehalt des Waſſers der Landſeen iſt, wie ſich leicht vermuthen läßt, ſehr ungleich. Manche, z. B. der Genferſee, der Wetterſee in Schweden, ſind ſehr rein; im letztern kan man auf 20 Klaftern tief einen Pfennig auf dem Boden ſehen. Der Lough-Neagh in Irland (Philoſ. Trans. num. 158. p. 552.) iſt wegen ſeiner verſteinernden Eigenſchaft bekannt. Er durchdringt das Holz, ohne ſeine Geſtalt zu verändern, mit einer eiſenhaltigen Materie, die bisweilen von einem und ebendemſelben Stücke nur einen Theil angreift, den andern aber unverändert läßt. Der letztere verbrennt im Feuer zu Kohle, der erſtere glühet nur, und wird etwas leichter, weil noch einige unveränderte Holzfaſern mit einer bläulichen Flamme verbrennen; gepülvert wird er vom Magnet gezogen. Die eiſenhaltige Materie ſcheint nicht gleichförmig, ſondern fleckweiſe, mit dem Waſſer vermiſcht zu ſeyn; auch friert im Winter nicht die ganze Fläche des Sees zu, ſondern behält hin und wieder runde ofne Flecken.

Eine große Anzahl Landſeen hat ſalziges Waſſer, obgleich alle ihre Zuflüſſe ſüſſes Waſſer führen. Solche

Salzſeen finden ſich häufig in Sibirien (ſ. **P. S. Pallas** Reiſen durch verſchiedene Provinzen des ruſſiſchen Reichs, beſonders im 2ten und 3ten Bande). Vorzüglich merkwürdig iſt der reiche Salzſee **Elton** (oder auf kalmückiſch **Altan-nor**), wo über tauſend Menſchen Salz brechen, und in deſſen Nachbarſchaft auch der geſalzene Thau ſehr gewöhnlich iſt.

Die meiſten zählen zu dieſen Salzſeen auch das **ſchwarze Meer** (Pontus Euxinus), obgleich daſſelbe kein eigentlicher Landſee iſt, ſondern durch die Meerenge bey Conſtantinopel (Boſphorus Thracicus) mit dem **Mare di Marmora** (Propontis) zuſammenhängt, und dadurch mit dem mittelländiſchen Meere in Verbindung ſteht. Man kan daſſelbe dennoch zu den Seen zählen, da ſein Waſſer größtentheils eingeſchloſſen iſt und im Winter frieret. Die Oberfläche des ſchwarzen Meeres beträgt auf 4100 Quadratmeilen, und die Donau, der Nieſter, Nieper, Don ꝛc. ergieſſen darein eine große Menge ſüſſes Waſſer. Man findet darauf keine Inſel, und gegen Norden hängt es durch die Meerenge Caffa mit dem Aſofiſchen See oder dem ſonſt ſogenannten **mäotiſchen Sumpfe** zuſammen. Die Stürme toben in dieſem Meere ſchrecklich, weil ſie nirgends einen Ausgang finden, ſondern an den ſchroffen Seiten der Alpen und des Caucaſus auf allen Seiten Widerſtand antreffen. Das Salzwaſſer ſcheint es aus dem mittelländiſchen Meere durch einen untern Strom zu erhalten. Denn obgleich das obere Waſſer durch den Boſphorus beſtändig nach dem mittelländiſchen Meere fließt, ſ. **Meer**, ſo hat doch **Marſigli** durch das Senkbley gefunden, daß der Strom in der Tiefe die entgegengeſetzte Richtung nehme. Das oben ausflieſſende Waſſer iſt weniger ſalzig, als das unten einſtrömende. Nach dem **Diodor von Sicilien** iſt die Gemeinſchaft des ſchwarzen Meeres mit dem mittelländiſchen erſt mit der Zeit entſtanden, und **Polybius** vermuthet, der Boſphorus werde dereinſt durch Sand und Erde wiederum verſchlemmt werden.

In Anſehung des Zufrierens findet man an den Seen vieles Beſondere. Der See **Neß** in Schottland ſoll nie

zufrieren, ſondern ſtets einen ſtarken Dampf von ſich geben. Der Loch Monar und ein kleiner See in Straherrik frieren vor dem Februar, ſelbſt beym ſtrengſten Froſte, nie ganz zu; nach dieſer Zeit aber frieren ſie in einer Nacht, und bekommen in zwoen Eis von anſehnlicher Stärke. Andere ſchottiſche Seen ſind immer gefroren, und das Eis thaut nur am Rande in den heiſſeſten Sommern auf (ſ. Account of ſome extraordinary lakes in Scotland by Sir *Ge. Mackenzie*, Philoſ. Trans. num. 114. p. 307.); eben ſo auch der Eisſee im Canton Bern. Dieſe Umſtände kommen von mancherley Urſachen her; das beſtändige Flüßigſeyn von der Miſchung des Waſſers, von warmen Quellen, von der Bewegung; der beſtändige Froſt von Schatten oder umgebenden hohen Schneebergen.

Unterirdiſche Gänge und Höhlen, die mit ſolchen Seen in Verbindung ſtehen, können durch ausbrechende Dämpfe und Winde verurſachen, daß die Seen toben und mit Ungeſtüm Wellen werfen, wenn gleich der Luftkreis ſtill und heiter iſt — eine Erſcheinung, die man bey den Landſeen nicht ſelten wahrnimmt.

Die Tiefe der Seen iſt ſehr ungleich. Im Wetterſee in Schweden findet man an einigen Orten auf 300 Klaftern, im Neß in Schottland auf 600 Klaftern tief noch keinen Grund. Der Genferſee hat zwiſchen Lauſanne und Meillery Stellen von 8–900 Fuß, und an andern Orten einen Büchſenſchuß weit vom Lande ſchon auf 5–600 Fuß Tiefe.

Die Seen ohne ſichtbaren Abfluß, oder die ſogenannten Sümpfe (Stagna, *Etangs*,) verändern die Höhe ihrer Oberfläche nicht merklich, ob ſie gleich merkliche Zugänge haben, und oft viele und anſehnliche Flüſſe aufnehmen. Die meiſten und gröſten dieſer Art finden ſich in Aſien: auſſerdem nur wenige und kaum hinlänglich bekannte in Afrika und Südamerika.

Der vornehmſte und beträchtlichſte dieſer Art iſt der **kaſpiſche See**, ſonſt auch das **kaſpiſche Meer** (Mare Hyrcanum ſ. Caſpium) genannt. Dieſer iſt ohngefähr 7820 Quadratmeilen groß, und in der Mitte über 300 Fuß tief. **Ptolemäus** gab ihn zuerſt auf ſeiner Karte an,

ſetzte aber die Breite deſſelben gröſſer, als die Länge, welchen Fehler **Olearius** in ſeiner moſkowitiſchen und perſiſchen Reiſebeſchreibung zuerſt angemerkt hat. **Herodot** beſchreibt das kaſpiſche Meer als einen See, **Strabo** aber läſt es mit dem nördlichen Weltmeere zuſammenhängen. Man hat durch das ganze vorige Jahrhundert über die Geſtalt und Beſchaffenheit dieſes Meeres geſtritten. **Peter der Große** ließ es 1718 zuerſt genau unterſuchen, woraus die erſte richtige Karte deſſelben (Mem. de l'Acad. de Paris 1721. p. 320) entſtand, welche von allen vorigen weit abweicht. Es fallen in daſſelbe ſehr anſehnliche Flüſſe, von welchen die **Wolga** allein, nach einem ohngefähren Ueberſchlage, in jeder Minute 15 Millionen, oder täglich 21600 Millionen Cubikfuß Waſſer hineinbringt. Rechnet man den Zufluß durch den **Jaik**, die **Xemba** u. ſ. w. Regen und Schnee mit eingeſchloſſen, nur doppelt ſo groß, ſo müſſen täglich wenigſtens 648000 Millionen Cubikfuß Waſſer in dieſen See fallen, an dem man jedoch weder einen Abfluß, noch ein Zunehmen ſeiner Höhe bemerkt.

Um nun zu erklären, wo dieſe große Menge Waſſer bleibe, haben einige eine unterirdiſche Verbindung der kaſpiſchen See mit dem ſchwarzen Meere oder mit dem perſiſchen Meerbuſen angenommen. **Kircher** (Mundus ſubterran. To. I. p. 83. ſqq.) führt aus einem perſianiſchen Schriftſteller an, daß das ſchwarze Meer unruhig werde, wenn der Oſtwind auf der kaſpiſchen See ſtürme, dagegen dieſe letztere Wellen werfe, wenn das ſchwarze Meer durch den Weſtwind bewegt werde; ingleichen, daß man an den Ufern des ſchwarzen Meeres Auswürfe von Seegräſern, Bäumen und Schlangen finde, die man ſonſt nur im kaſpiſchen Meere antreffe. Dagegen erzählt der Jeſuit **Philipp April** (Voyage en divers etats d'Europe et d'Aſie, à Paris 1693. 12. ſ. Acta Erud. Lipſ. Febr. 1694. p. 63.), daß man zur Herbſtzeit im perſiſchen Meerbuſen ſehr häufig Weidenlaub finde, obgleich die Weide im mittäglichen Perſien ganz unbekannt ſey, und nur um die Ufer des kaſpiſchen Sees wachſe; auch daß es bey Kilan (dem Hyrcanien der Alten) zween ungeheure Schlünde oder Strudel gebe, durch

welche ſich das Waſſer ausleere. Nach de l'Isle aber (Mém. de Paris 1720. p. 495.) hat Peter der Große bey ſeinem Aufenthalte in Paris das Daſeyn ſolcher Strudel gänzlich geläugnet. Nach Bergmanns Ueberſchlage iſt die Ausdünſtung unzureichend, das Phänomen zu erklären; denn wenn man ſie jährlich auf 30 Zoll und die Oberfläche des Sees 3650 ſchwed. Quadratmeilen ($10\frac{1}{2}$ auf den Grad, jede zu 36000 Fuß) ſetzt, ſo findet ſich die jährliche Ausdünſtung wenig über 14 Billionen Cubikfuß, da der Zufluß nach der obigen Berechnung über $23\frac{1}{2}$ Billionen Cubikfuß im Jahre betragen müſte. Inzwiſchen verdünſtet doch nach Gmelins Meinung (Reiſe durch Rußland, dritter Theil, St. Petersb. 1774.) eben ſo viel Waſſer, als der See wieder bekömmt, ohne daß er etwas in das ſchwarze Meer oder den perſiſchen Meerbuſen ausleeret.

Das Waſſer des kaſpiſchen Sees iſt nach den Ufern zu ſüß. Gmelin fand darinn viel Glauberſalz, und eine eigne von der des Meerwaſſers unterſchiedene Bitterkeit, die er mit der von Galle vergleicht, und der Naphtha zuſchreibt. Nach Pallas ſind ehemals die Ufer des hyrkaniſchen Meeres viel weiter ausgebreitet geweſen, und es hat die ganze Crimmiſche, Kumaniſche, Wolgaiſche und Jaikiſche Steppe mit den Ebnen der großen Tatarey ein allgemeines Meer ausgemacht, welches an dem jetzigen kaſpiſchen und ſchwarzen Meere zween große und tiefe Buſen hatte. Durch einen Durchbruch der Gebirge des thraciſchen Boſphorus entlud ſich das ſchwarze Meer durch den Propontiſchen Buſen; dadurch ward ein großer Theil des alten Meeres zur Salzſteppe, und der kaſpiſche See zu einem einzelnen Landſee.

Der See Aral faſſet ungefähr 650 Quadratmeilen, wird aber jährlich größer, ſeitdem man den Gihon in ihn geleitet hat. Er wird vom kaſpiſchen See durch ein 50 Meilen breites Sandfeld getrennt; daher ſich vermuthen läſt, daß beyde vordem zuſammengehangen haben, und das Sandfeld blos eine Aufhäufung von Materien iſt, welche die Zuflüſſe des Arals mit ſich geführt haben.

Das todte Meer (Mare Aſphalticum) in Paläſtina iſt nur 17 Meilen lang, und 4 Meilen breit, und nimmt

auſſer dem Jordan noch viele kleinere Flüſſe auf. Dieſer See wirft den Aſphalt oder das Judenpech aus, welches auch häufig daraus gefiſcht wird. Die Ufer ſind mit lockerm Kalkſtein umgeben, übrigens thonartig, löchrig und voll Salz. Ueber das Waſſer dieſes Sees hat man Verſuche von **Perry** (Phil. Tranſ. num. 462. p. 48.) woraus ſich ergiebt, daß es ſehr ſalzig und bitter iſt, einen zuſammenziehenden alaungleichen Geſchmack hat, auf Galläpfel gegoſſen eine Purpurfarbe annimmt, und mit dem Gewächsalkali verbunden einen häufigen erdigten Niederſchlag abſetzt. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt gegen das gemeine Waſſer, wie 5 zu 4. Mehrere Merkwürdigkeiten dieſes Sees findet man bey **Reland** (Palæſtina L. I. c. 38. p. 254-258.) **Shaw** (Reiſen II. Th. S. 71.) und **Büffon** (Hiſt. natur. gen. et part. To. I. p. 357.). Nach des letztern Rechnung beträgt die Ausdünſtung hier eben ſo viel, als die Zuflüſſe ausmachen, daß man alſo nicht nöthig hat, eine unterirdiſche Gemeinſchaft mit andern Seen anzunehmen.

Lulofs Einl. zur mathem. und phyſikal. Kenntniß der Erdkugel, a. d. holl. v. **Käſtner**. Götting. u. Leipz. 1755. gr. 4. Cap. 15. S. 283 u. f.

Torb. Bergmann phyſical. Beſchreibung der Erdkugel, a. d. ſchwed. von **Röhl**. Erſter Band, Greifswald 1780. gr. 8. III. Abth. Cap. 3 u. 4. S. 336 u. f.

Seeſalzſäure, ſ. **Salzſäure**.

Seewaſſer, ſ. **Meer**.

Segners hydrauliſche Maſchine, **Segneriſches Waſſerrad**, Machina hydraulica Segneri, *Machine hydraulique de Segner*. Herr **von Segner** gab, als er in Göttingen lehrte, eine Maſchine an, welche durch die Zurückwirkung des aus Röhren auslaufenden Waſſers bewegt wird. ABCDEFGH, Taf. XXII. Fig. 2, ſey der Boden eines ſenkrechten, oben ofnen Cylinders, der ſich um ſeine vertikalſtehende Axe drehen läſt. Bey A, B, C u. ſ. w. ſind an dem Boden horizontale Röhren angeſetzt, die am vordern Ende verſchloſſen ſind, unweit deſſelben aber Seitenöfnungen haben, die ſich alle nach einerley Seite zu keh-

ren. Wenn man nun den Cylinder beſtändig mit Waſſer gefüllt erhält, welches zu den Seitenöfnungen a, b, c . . . herausläuft, ſo wird ſich der Cylinder um ſeine Axe nach der entgegengeſetzten Richtung AHGFE . . . . umdrehen.

Nemlich der Druck, den das Waſſer ausübt, wirkt gleich ſtark auf beyde Seiten der Röhren Aa, Bb, Cc, gegen die Seitenwände. An den Stellen aber, wo die Oefnungen ſind, findet dieſer Druck keinen Widerſtand, ſondern kan einen freyen Ausfluß bewirken. Der Druck an den gegenüberſtehenden Stellen wirkt alſo hier gegen die feſten Seitenwände, ohne durch einen gleichen entgegengeſetzten Druck aufgehoben zu werden. Er treibt alſo die Stelle, gegen die er gerichtet iſt, fort, und bewirkt dadurch, weil der Cylinder leicht zu bewegen iſt, eine Umdrehung deſſelben um ſeine Axe.

Man hat geſagt, daß Herr von Segner durch die Betrachtung der carteſianiſchen Teufel auf die Erfindung dieſer Maſchine gekommen ſey, ſ. Carteſianiſche Männchen. Denn dieſe drehen ſich, wenn ſie in die Höhe ſteigen, aus gleichem Grunde um, indem die Luft das Waſſer, das in die Hölung eingedrungen war, durch ein kleines Loch an der Seite wieder heraustreibt. Sonſt hat man auch gewundene Röhren von Glas, ohngefähr in Form der archimedeiſchen Waſſerſchraube, die ſich oben in eine Art von Trichter erweitern, und unten in eine enge Oefnung endigen. Man hängt ſie oben, wo der Trichter iſt, auf die Spitze einer Stange, um die ſie ſich drehen können, und gießt das Waſſer in den Trichter. Indem dieſes unten ausläuft, dreht ſich das Ganze um die Stange nach einer Richtung, die der Richtung des auslaufenden Waſſers entgegengeſetzt iſt.

Die allgemeine Theorie dieſer Maſchine hat Euler (Recherches ſur l'effet d'une machine hydraulique propoſée par M. Segner in den Mém. de l'acad. de Pr. 1750. p. 311. Application de la mach. hydraul. de M. Segner à toutes ſortes d'ouvrages ebend. 1754. p. 227. De motu et reactione aquae per tubos mobiles transfluentis in Nov. Comm. Petrop. To. VI. p. 312.) gelehret. Herr Joh. Albert Euler (Enod. quæſt. quomodo vis aquæ cum

maximo lucro ad molas circumagendas &c. impendi poſſit; præmio ornata a Soc. Gotting. 1754. 4.) hat die Theorie noch allgemeiner gemacht, und eine verbeſſerte Einrichtung dieſer Maſchine vorgeſchlagen, die man bey **Karſten** (Lehrbegrif der geſamt. Math. VI. Theil. Hydraulik. Greifsw. 1771. 8. XXXV. Abſchn.) beſchrieben findet.

Schon **Johann Bernoulli** (Hydraulica, edit. 1732. et in Opp. To. IV.) hat ein Epimetrum de vi, per quam vas retrourgetur, dum aqua ex eo erumpit in directione horizontali. Der Gedanke, eine Maſchine, wie die ſegneriſche, durch Dämpfe zu bewegen, findet ſich beym **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. nat. ed. Lugd. Bat. 1762. 4maj. To. II. §. 1469.) wo auch (§ 1470.) Segners Maſchine erwähnt wird. Die Dampfmaſchine des Herrn von Kempelen, ſ. **Dampfmaſchine** (Th. I. S. 568.) beruht auf eben dieſem Grunde, aus dem ſich auch die Umdrehung des elektriſchen Rads erklären läßt, wovon **Hamilton** in Dublin (Philoſ. Trans. Vol. LI. Part. II. p. 905.) der Erfinder iſt, ſ. **Rad, elektriſches**.

Prieſtley (Geſchichte der Elektric. durch Krünitz S. 280.) bemerkt, daß eine Aeolipile, deren Stiel man eben ſo, wie die Dräthe des elektriſchen Rads, umgebogen und die man im Schwerpunkte an einem Faden aufgehangen habe, ſich allemal nach der der Oefnung entgegengeſetzten Richtung umdrehe, ſie möge nun den Dampf durch die Erhitzung ausſtoßen, oder durchs Abkühlen wiederum Luft oder Waſſer einſaugen. Er ſucht dadurch zu erklären, warum ſich das elektriſche Rad immer nach einerley Seite dreht, die Spitzen mögen ausſtrömen, oder einſaugen.

Käſtner Anfangsgr. der Hydrodynamik. Götting. 1769. 8. S. 604. u. f.

Sehen, Geſicht, Viſio, Viſus, *Viſion, Vue.* Mit dieſen Namen bezeichnet man die allgemein bekannte Empfindung, welche die körperlichen Gegenſtände vermittelſt des Lichts und durch das Auge in uns hervorbringen, eine Empfindung, die uns in Stand ſetzt, von der Lage, Geſtalt, Größe, Bewegung, Farbe ꝛc. der ſichtbaren Dinge zu urtheilen. Vom **Lichte**, als der materiellen Urſache des

Sehens, ingleichen vom Auge, als dem dazu beſtimmten Werkzeuge iſt unter eignen Artikeln gehandelt worden; hier bleibt uns noch die Empfindung des Sehens ſelbſt, und die Art, wie wir über dieſelbe urtheilen, zu betrachten übrig.

Die Lichtſtralen, welche von den Gegenſtänden ins Auge kommen, entwerfen auf der Netzhaut oder Markhaut deſſelben ein umgekehrtes Bild, ſ. Auge, (Th. I. S. 192 u. f.). In dieſer Rückſicht iſt das Auge einem verfinſterten Zimmer ähnlich; aber man würde die Vergleichung zu weit treiben, wenn man ſich die Seele als den Zuſchauer in dieſem Zimmer vorſtellen, und etwa glauben wollte, ſie empfände die Gegenſtände durch eine wirkliche Anſchauung des im Auge entworfenen Bildes. Eine ſolche Erklärung würde der Seele gleichſam ein zweytes Auge beylegen, womit ſie das Bild im erſten anblickte; ein Gedanke, dem man nicht Raum geben kan, ohne die Erklärungen in einem ewigen Kreiſe umlaufen zu laſſen.

Dennoch hat die Beſchaffenheit des Sehens ſelbſt, ſehr viel mit der Beſchaffenheit des Bildes gemein. Man ſieht die Gegenſtände in eben der Ordnung neben einander, in welcher die Theile des Bildes im Auge liegen; ſie ſtellen ſich gröſſer oder kleiner dar, je nachdem ihre Bilder größer oder kleiner ſind; ſie erſcheinen ruhend oder bewegt, je nachdem die Bilder ihre Stellen behalten oder verändern; endlich iſt auch die Deutlichkeit oder Undeutlichkeit des Sehens unzertrennlich mit Deutlichkeit oder Undeutlichkeit der Bilder verknüpft. Das Sehen ſtimmt alſo mit dem Bilde überein, obgleich nicht das Bild geſehen wird.

Die Urſache dieſer Uebereinſtimmung kan ich mir am beſten auf folgende Art vorſtellen. Die Netzhaut mag ein zartes Gewebe von unzählbaren Nerven ſeyn, welche aus dem Gehirn hervorgehen, zuſammen den Sehnerven ausmachen, und ſich auf der Fläche der Netzhaut in unendlich feine Wärzchen oder Spitzen enden. Dieſe Nervenſpitzen ſind der eigentliche Sitz des Geſichts, wie die Fühlkörner der Sitz des Gefühls ſind, ſ. Gefühl. Jede Spitze bringt durch den Nerven, dem ſie zugehört, die Empfindung des Lichtſtrals, von dem ſie getroffen wird,

in das Senſorium. Die Nerven ſelbſt gehen in eben derſelben Ordnung über und neben einander fort, in welcher ihre Spitzen liegen. So erhält das Senſorium die Eindrücke in eben der Ordnung, in welcher die Lichtſtralen auf die Netzhaut fallen, und in der alſo die Theile des Bildes liegen. Die Ordnung der einfallenden Lichtſtralen beſtimmt daher nicht nur die Ordnung der Theile des Bildes, ſondern auch zugleich die Empfindung, welche die Seele von der Ordnung der Gegenſtände und ihrer Theile erhält. Nothwendig müſſen alſo beyde übereinſtimmen, nicht, weil die Seele das Bild ſieht, ſondern weil Stelle des Bildes, und Empfindung von der Stelle des Gegenſtandes, beyde durch einerley Urſache, nemlich durch die Stelle der Nervenſpitze, die das Licht empfängt, beſtimmt werden. Hieraus wird die Uebereinſtimmung des Sehens mit dem Bilde in Abſicht auf Ordnung, Geſtalt, Größe und Bewegung ſehr leicht begreiflich.

Was die **Deutlichkeit** betrift, ſo entſteht dieſe beym Bilde daraus, daß Lichtſtralen, die aus einerley Punkte des Gegenſtands auf die Pupille gekommen ſind, genau wieder in einerley Punkt der Netzhaut vereiniget werden. Geſchieht aber dieſes, ſo wird auch die Nervenſpitze, die ſich in dieſem Vereinigungspunkte befindet, von keinem andern Lichte getroffen, als blos von ſolchem, das aus dieſem Punkte des Gegenſtandes kam, und der Nerve, dem ſie zugehört, führt nun die Empfindung dieſes Punkts **allein** und **unvermiſcht** an der gehörigen Stelle ins Senſorium über. Hieraus entſteht **deutliche Empfindung** dieſes Punkts. Iſt hingegen das Bild undeutlich, ſo vereinigen ſich die Stralen, die aus einerley Punkte des Gegenſtandes kommen, entweder ſchon vor, oder erſt hinter der Netzhaut, und bilden auf dieſer, anſtatt des Punktes, einen ganzen Kreis ab, der ſich über mehrere Nervenſpitzen zugleich verbreitet. Auf dieſe Weiſe erhält jede Spitze vermiſchtes Licht aus mehrern Punkten des Gegenſtandes zugleich, weil ſie in mehrern ſolchen Kreiſen zugleich liegt. Jeder Nerve bringt daher **vermiſchte** Empfindungen vieler nebeneinander liegender Punkte des Gegenſtandes mit ſich an ei-

nerley Stelle. Hieraus entſteht undeutliche Empfindung der Grenzen, welche in einander zu laufen ſcheinen, und ſo iſt das undeutliche Bild im Auge nothwendig mit Undeutlichkeit des Sehens ſelbſt begleitet.

Mir wenigſtens ſcheint dieſe Vorſtellungsart die Sache ganz deutlich zu machen. Dennoch will ich ſie niemand als ausgemachte Wahrheit aufdringen, noch weniger mir anmaſſen, eine Erklärung über die Art und Weiſe zu geben, wie die Empfindungen des Lichts durch die Nerven der Seele mitgetheilt werden, worüber es wohl am beſten iſt, ganz zu ſchweigen, ſo lang wir noch nicht wiſſen, wie das Materielle überhaupt auf den Geiſt wirken kan.

Dieſe Empfindungen aber, die in Abſicht auf Ordnung, Geſtalt, Gröſſe und Deutlichkeit der Theile mit dem Bilde im Auge übereinſtimmen, ſind doch für ſich allein noch nicht hinreichend, uns alle die Vortheile zu gewähren, die wir durch den unausſprechlich wohlthätigen Sinn des Geſichts in der That erhalten. Sie ſind an ſich nur Zeichen, welche die Seele erſt mit andern Begriffen verbinden, und worüber ſie Urtheile fällen muß. Erſt dieſe Urtheile belehren uns über die Beſchaffenheit der auſſer unſerm Auge befindlichen Körper. Die Fähigkeit, ſolche Urtheile zu fällen, erlangt der Menſch durch Vergleigleichung des Geſehenen mit dem, was ihn die andern Sinne lehren, und vorzüglich mit den Empfindungen des Gefühls. Schon in der frühſten Kindheit fängt dieſe erſte Bildung und Uebung der Urtheilskraft an, weit eher, als die Seele ſich deſſen, was in ihr vorgeht, nur einigermaſſen deutlich bewuſt iſt. Hieher gehört der faſt unwiderſtehliche Trieb der Kinder, alles, was ſie ſehen, zu befühlen. Endlich bildet ſich durch ſolche Uebungen ein Vermögen, über Dinge, die dem Auge täglich vorkommen, und oft mit dem Gefühl verglichen worden ſind, ſchnell und richtig zu urtheilen. Dies wird endlich zur Fertigkeit, und verwebt ſich ſo innig mit dem Sehen ſelbſt, daß wir zuletzt nichts mehr ſehen, ohne zugleich ein ſchnelles Urtheil über Entfernung, Gröſſe und übrige Beſchaffenheit des Geſehenen zu fällen. Man gewöhnt ſich ſo ſehr an dieſes Urthei-

len, daß es der gemeine Mann mit der Empfindung des Sehens ſelbſt verwechſelt, und daß ein eignes Nachdenken dazu gehört, um die Empfindung der reinen optiſchen Darſtellung (welche mit dem Bilde im Auge übereinſtimmt) von dem Urtheile der Seele über das Geſehene wieder abzuſondern und zu unterſcheiden.

So iſt das Sehen, im weitläuftigſten Sinne genommen, wo man die Urtheile über das Geſehene mit begreift, eine Fertigkeit, welche ſich die Menſchen erſt erwerben, und durch Uebung erlernen müſſen. Man wird in dieſer Kunſt endlich ſo gewiß, daß man bey gewöhnlichen Gegenſtänden auf den erſten Blick richtig über Gröſſe, Geſtalt, Entfernung u. dergl. urtheilt. Manche bringen es darinn vorzüglich weit, und erwerben ſich das, was man im gemeinen Leben ein **gutes** oder **ſcharfes Augenmaaß** nennt. In ungewöhnlichen Fällen hingegen urtheilt man falſch, wenn man den gewöhnlichen Regeln folgt, welche für dieſe Fälle nicht gelten, ſ. **Geſichtsbetrüge**. Wollte man hieraus ſchlieſſen, daß uns die Sinne betrügen, ſo würde man die eigentliche optiſche Darſtellung, welche jederzeit richtig und den Naturgeſetzen gemäß iſt, mit dem falſchen Urtheile, das die Seele darüber fället, verwechſeln. Was Licht und Auge beym Sehen thun, iſt immer richtig: nur das iſt falſch, daß wir es allemal nach den gewöhnlichen Regeln beurtheilen, obgleich die Umſtände bisweilen eine ganz andere Beurtheilung erfordern.

Daß man das Sehen, in dieſem Sinne genommen, erſt erlernen müſſe, zeigt ſich ſehr deutlich an den Blindgebohrnen, welche in einem Alter, wo der Verſtand ſchon gebildet, und das Bewuſtſeyn deutlich iſt, den Gebrauch des Geſichts auf einmal durch eine Operation erhalten. Die Beyſpiele ſolcher Heilungen ſind in dieſer Abſicht ungemein lehrreich. Das bekannteſte unter allen iſt das von dem engliſchen Wundarzte **Cheſelden** (Philoſ. Transact. num. 402. und in Smiths Lehrbegrif der Optik, durch **Käſtner**, S. 40. u. f.) angeführte. Dieſer operirte das Auge eines jungen Menſchen von dreyzehn Jahren, welcher ſchon zuvor bey ſehr ſtarkem Lichte Farben, aber nie Geſtalten, hatte

unterſcheiden können. Nach der Operation reichten dennoch ſeine ſchwachen Begriffe von Farben nicht zu, ſie ihm noch kenntlich zu machen, und er hielt ſie nicht mehr für diejenigen, die er zuvor unter dieſen Namen gekannt hatte. Die lebhafteſten Farben gefielen ihm am beſten, und Scharlach ſchien ihm unter allen die ſchönſte; Schwarz mißfiel ihm, und er brauchte einige Zeit, um ſich daran zu gewöhnen. Von den Entfernungen wuſte er ſo wenig zu urtheilen, daß er vielmehr glaubte, alles, was er ſähe, berührte ſein Auge ſo, wie das, was er fühlte, die Haut. Ob ihm gleich glatte und regelmäßige Formen angenehm waren, ſo unterſchied er doch keine Geſtalten ohne Mühe und ohne wiederholte aufmerkſame Betrachtung. Er lernte in einem Tage tauſend Dinge und Namen kennen, deren Verbindungen er wieder vergaß und verwechſelte; es daurete z. B. ſehr lange, ehe er durch das Geſicht allein den Hund und die Katze unterſcheiden lernte. Er verwunderte ſich ſehr, daß die Sachen, die ſeinem Gefühl am angenehmſten geſchienen hatten, nicht auch ſeinen Augen am beſten gefielen: er hatte erwartet, die Perſonen, die er am meiſten liebte, ſollten am ſchönſten ausſehen, und was ihm am beſten ſchmeckte, ſollte auch das Geſicht am meiſten reizen. Gemälde ſahe er anfänglich nur als bunte Flächen an; als er aber nach zween Monaten plötzlich die Entdeckung machte, daß ſie Körper mit erhabnen und vertieften Theilen vorſtellten, war er nicht wenig erſtaunt, daß ſie ſich dennoch eben und glatt anfühlten, und fragte, welcher von ſeinen Sinnen der Betrüger ſey, ob das Geſicht oder das Gefühl.

Im Anfange hielt er alles für ſehr groß; als er aber gröſſere Sachen ſahe, hielt er die vorigen für kleiner, und konnte ſich nun keine Dinge auſſerhalb der Grenzen, die er ſahe, vorſtellen. So wuſte er, daß das Zimmer ein Theil des Hauſes ſey, konnte aber nicht begreifen, daß das Haus gröſſer ausſehen könne, als das Zimmer. Vor der Operation verſprach er ſich nicht viel Vortheil von derſelben, weil er nicht begrif, was der Sinn des Geſichts zur Vermehrung ſeiner Glückſeligkeit beytragen könne; nachher aber

ward jeder neue Begrif eine neue Ergötzung für ihn, ſein Vergnügen ſtieg ſo hoch, daß er es nicht auszudrücken vermochte, und er konnte den Wundarzt, der ihm das Geſicht verſchaft hatte, nie ohne Freudenthränen und andere Merkmale eines dankbaren Wohlwollens ſehen. Ein Jahr nach ſeinem erſten Sehen brachte man ihn in die Dünen von Epſom, wo er eine weite Ausſicht hatte. Dieſe ergötzte ihn ſehr, und er nannte dies eine ganz neue Art von Sehen, u. ſ. w.

Cheſelden meldet, er habe noch mehrern Perſonen, die zuvor nie geſehen hätten, zum Geſicht verholfen, und alle hätten die Art, wie ſie ſehen lernten, eben ſo beſchrieben (ſ. **Smith's** Lehrbegrif. S. 41). Ein neueres Beyſpiel, von dem Oculiſten **Grant** in England beſchrieben, das hiemit ebenfalls übereinſtimmt, findet man in dem von Herrn **Voigt** fortgeſetzten lichtenbergiſchen Magazin für das Neuſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte (IV. B. 1. St. S. 21. u. f.)

Berkeley (Eſſay on viſion, p. 172.) entwickelt ſehr deutlich, wie es mit dieſer Erlernung des Sehens zugehen möge. Eins von den erſten, was ein Kind unterſcheiden lernt, iſt die Bewegung ſeiner eignen Hände und Finger. Dieſe iſt mit einer Bewegung des Bilds im Auge und einer übereinſtimmenden Empfindung davon begleitet. Nach dem bekannten Geſetze der Gleichzeitigkeit vergeſellſchaften ſich die Begriffe, die Gefühl und Geſicht von dieſer Bewegung geben, gar bald mit einander. Das Kind erinnert ſich der Geſichtsempfindung, die es hatte, wenn ſein Finger in einer gewiſſen beſtimmten Stelle war, und ſchließt, wenn ein anderer Körper dieſe Empfindung auf eben der Stelle der Netzhaut erregt, der Körper befinde ſich eben da, wo es vorhin ſeinen Finger hielt. So lernt es Stellen der Körper, nach und nach auch Bewegungen derſelben und deren Richtungen kennen, und erhält endlich Begriffe von Ausdehnung, Lage und Geſtalt, indem es die Finger an den Grenzen der Körper herumführt, und die Wendungen der Bewegung beobachtet, oder indem es ſelbſt in einem Zimmer herumgeht, kurz indem es Begriffe des Geſichts und Gefühls mit einander vergeſellſchaftet und verbindet,

woraus endlich auch Begriffe und Urtheile von Größe und Entfernung entſtehen. So iſt unſer Sehen Erinnerung ſinnlicher Empfindungen, die wir vormals hatten, begleitet mit dem Schluſſe, die jetzt geſehene Sache werde, wenn wir den Verſuch anſtellten, unſere übrigen Sinne auf eben die Art rühren, wie vormals bey einer gleichen Geſichtsempfindung. Dieſe Schlüſſe erfolgen eben ſo ſchnell, als z. B. die Züge der Schrift oder Töne der Worte in unſerer Seele die Begriffe der Sachen erregen, welche ſie ausdrücken, und mit welchen wir ſie zu verbinden gewohnt ſind. So erhellt, daß die Art, wie uns das Licht die äuſſern Dinge darſtellt, im Grunde eben ſo etwas iſt, wie die Darſtellung durch willkührlich eingeführte Sprach- und Schriftzeichen. Wir ſehen nicht durch eine wirkliche Identität des Bilds mit der Sache, ſondern durch eine aus beſtändiger Erfahrung gewohnte Verbindung unſerer Ideen von Bild und Sache: und vielleicht hat das Bild eben ſo wenig gemein mit dem Körper, den es vorſtellt, als das Wort mit der Sache, die es ausdrückt.

Es iſt ſehr nützlich, ſich durch den ganzen Umfang der Phyſik immer hieran zu erinnern. Wir lernen doch die meiſten Körper durchs Geſicht kennen, und ſind nur allzugeneigt, die Bilder, die uns dadurch eingedrückt werden, für die Körper ſelbſt zu nehmen, wenigſtens uns die Körper als ſo etwas zu denken, wie die Bilder ſind. Dies iſt aber nur ſinnlicher Schein, oder Kleid der Dinge, von der Wirklichkeit und den Dingen ſelbſt vielleicht unendlich verſchieden.

Bey Menſchen, welchen der Sinn des Geſichts von Jugend auf gemangelt hat, müſſen die Vorſtellungen von den Dingen ganz anders, und mehr den Empfindungen des Gefühls analog ſeyn. Wie Blinde Begriffe erhalten, die dem gemeinen Manne mit dem Geſichte nothwendig verbunden zu ſeyn ſcheinen, zeigt Thümmig (Verſuch einer gründl. Erläuterung der merkw. Begebenh. in der Natur. Halle, 1723. 8. Erſtes St. Art. 7.) Manche Blinde bringen es hierinn ſehr weit. Ein merkwürdiges Beyſpiel hievon war der blinde Profeſſor der Mathematik zu Cambridge, **Saunderſon**, der ſich beym Rechnen mit Ziffern

durch eigne Vortheile half, welche von Clemm (Mathematiſches Lehrbuch. Stuttg. 1748. 8. S. 143.) erzählt werden.

Locke (Eſſay concerning human underſtanding. B. II, ch. 9. §. 8.) erwähnt die von Molyneux aufgeworfene Frage, ob ein Blinder, der durchs Gefühl einen Würfel und eine Kugel unterſcheiden gelernt hat, beyde durch den bloßen Anblick unterſcheiden würde, wenn er ſein Geſicht bekäme. Molyneux ſowohl, als Locke, beantworten dieſe Frage verneinend, weil die durchs Gefühl erhaltenen Vorſtellungen mit den Geſichtsempfindungen in keiner natürlichen und nothwendigen Verbindung ſtehen, ſondern blos durch Uebung, welche hier fehlen würde, verglichen werden. D. Jurin (in Smiths Lehrbegrif der Optik, der deutſchen Ueberſ. S. 395.) erinnert doch, der Blindgeweſene werde bey genauer Betrachtung bemerken, daß die Kugel das Geſicht von allen Seiten her auf gleiche Art rühre, der Würfel hingegen anders ausſehe, wenn man ihn aus andern Stellen betrachte. Da nun das Gefühl ähnliche Merkmale von Kugel und Würfel angebe, ſo werde er hieraus den Unterſchied finden können, wenn man ihm nur ſage, daß das eine eine Kugel, das andere ein Würfel ſey und ihm verſtatte, um beyde herum zu gehen. Eben ſo hat auch Saunderſon ſelbſt hievon geurtheilt, und Prieſtley glaubt, der Blindgeweſene werde zwar einen Kreis vom Quadrate, aber nicht das Quadrat vom Würfel, oder den Kreis von der Kugel, unterſcheiden können.

Die Erlernung des Sehens durch Vergeſellſchaftung der Begriffe erklärt nun ſehr leicht eine Frage, deren Beantwortung manchem zu ſchaffen gemacht hat, nemlich: warum wir die Gegenſtände aufrecht ſehen, da doch ihr Bild im Auge umgekehrt iſt? Man darf ſich nur erinnern, daß wir nicht das Bild ſehen, und daß unſere Begriffe von Oben und Unten, von rechter und linker Seite, vom aufrechten und umgekehrten ꝛc. relativ ſind, indem ſie ſich auf die Lagen der Dinge gegen Kopf und Füße, gegen beyde Hände u. ſ. w. beziehen. Dieſe Lagen bleiben auch im Bilde noch dieſelben: was gegen die Füße gekehrt iſt, bildet ſich auch im Auge gegen den Ort zu ab, wo ſich die

Füße abbilden. Wir haben gelernt und ſind gewohnt, das für unten zu halten, was ſich an dieſem Orte der Netzhaut abbildet, oder die hier befindlichen Nerven rührt, weil uns das Gefühl belehrt hat, daß wir die Hände nach den Füſſen zu ausſtrecken müſſen, wenn wir es erreichen wollen. Wäre das Auge ſo gebaut, daß das Bild aufrecht ſtünde, ſo würde dies im Sehen ſelbſt nicht den geringſten Unterſchied machen. Die untern Theile würden ſich zwar auf andern Stellen der Netzhaut abbilden und andere Nervenſpitzen rühren, als bey der jetzigen Lage des Bildes: aber es würde daraus blos eine andere Vergeſellſchaftung der Begriffe entſtehen; wir würden lernen das für oben halten, was die obern Nerven der Netzhaut rührte, weil uns das Gefühl belehren würde, daß es vom Erdboden oder von unſern Füßen hinweggekehrt wäre u. ſ. w.

Kepler (Paralipomena ad Vitellionem p. 169.), der zuerſt die Wirkung des Lichts aufs Auge richtig erklärte, ſtellt ſich vor, wenn die Seele den Stoß des Lichtſtrals auf den untern Theil der Netzhaut empfinde, ſo betrachte ſie dieſen Stral ſo, als käme er von oben her, und nehme daher das für den obern Theil der Sache, was ſich unten abbilde: oder, wie ſich Kepler eigentlich ausdrückt, der wirkende Theil werde dem leidenden gerade gegenüber empfunden. Descartes (Dioptr. Cap. VI. §. 10.) erläutert dies durch das Beyſpiel eines Blinden, der zween einander durchkreuzende Stäbe in den Händen hält, und damit das obere und untere Ende einer aufgerichteten Sache befühlt; dieſer würde das für das obere Ende halten, was er mit dem in der untern Hand befindlichen Stabe berührte. Man kan dieſe Erklärung Keplers und Descartes allenfalls gelten laſſen, wenn man nur dabey bemerkt, daß dieſes Urtheil über die Stellen nicht auf einer natürlichen Nothwendigkeit beruht, ſondern erſt durch Vergleichung mit dem Gefühl gebildet wird; aber ohne dieſe Bemerkung wäre die Auflöſung unzulänglich. Herr Käſtner (Hamb. Magazin B. VIII. St. 4. Art. 8. u. B. IX. St. 1. Art. 4.) handelt dieſe ganze Frage ſehr umſtändlich und gründlich ab. Sie hat keine Schwierigkeit mehr, wenn man bedenkt, daß

die Seele das Bild im Auge ihres Körpers nicht wieder mit andern Augen anſieht, ſondern nur Empfindungen erhält, die nach gewiſſen Geſetzen mit dieſem Bilde übereinſtimmen, und die ſie erſt durch Erfahrung, Vergleichung und Uebung ordnen und beurtheilen lernt.

Eine ähnliche Bewandniß hat es mit einer andern Frage, nemlich: warum wir die Dinge mit zwey Augen nur einfach ſehen, da doch jedes Auge ein Bild macht und eine beſondere Empfindung veranlaßet? Man hat davon eine Menge Erklärungen geben wollen. **Gaſſendi** (Opp. To. II. p. 395.) glaubte, man brauche jedesmal nur ein Auge, und laſſe das andere ruhen. **Newton** (Optic. Quæſt. 25.) erklärte das einfache Sehen aus der Vereinigung beyder Sehnerven, wogegen **Porterfield** (On the Eye Vol. II. p. 285.) aus den Beobachtungen mehrerer Zergliederer erweiſet, daß die Sehnerven ſich nicht vermiſchen, ſondern nur an einander anlegen; auch hat ſchon **Kepler** (Dioptr. prop. 62.) bemerkt, daß die Urſache nicht in einer ſolchen Vereinigung liegen könne, weil wir ſonſt nie eine Sache doppelt ſehen würden, wie doch in manchen Fällen geſchieht. **D. Briggs** (Nova viſionis theoria p. 25.) leitet das einfache Sehen von der gleichſtarken Spannung der übereinſtimmenden Theile beyder Sehnerven her, welche mache, daß ſie gleichzeitige Schwingungen bekämen. **Porterfield** ſelbſt hält es für eine urſprüngliche Einrichtung der Natur, daß wir die Dinge in der geraden Linie ſehen, welche auf die Netzhaut an der Stelle des Bildes ſenkrecht iſt; daher jeder Gegenſtand beyden Augen an eben derſelben Stelle erſcheine. Wenn man aber das eine Auge verdrehe, ſo irre ſich die Seele in Abſicht auf die Lage des Auges, und bilde ſich ein, es habe ſich mit dem andern gleichförmig bewegt, als in welchem Falle das Urtheil von einem doppelten Gegenſtande bey doppeltem Bilde richtig ſeyn würde. Dieſe Erklärung aber iſt allein noch nicht hinreichend; man müſte der Seele noch überdies ein natürliches Vermögen beylegen, von der Entfernung der Gegenſtände zu urtheilen, damit ſie die Stelle der Sache nicht in verſchiedene Punkte dieſer geraden Linie ſetze.

Man hat aber alle dieſe gekünſtelten Erklärungen nicht nöthig, wenn man überlegt, wie es mit der Erlernung des Sehens zugehe. Urſprünglich mag in uns wegen des doppelten Bildes eine doppelte Empfindung entſtanden ſeyn; allmählich aber fanden wir, daß, wenn zwo übereinſtimmende Punkte der Netzhäute in beyden Augen gerührt wurden, der Gegenſtand nur einfach vorhanden war. Dadurch ward es uns zur Fertigkeit, von dem ſo geſehenen Dinge beym ordentlichen Gebrauche der Augen, als von einem einzelnen, zu urtheilen. So haben ſich gewiſſe beſtimmte Stellen oder Nervenſpitzen in den Netzhäuten beyder Augen gleichſam aneinander gewöhnt, und man ſieht nur einfach, wenn die beyden Bilder auf ſolche Stellen fallen. Fallen aber die Bilder einer Sache auf verſchiedene nicht zuſammengewöhnte Stellen, ſo ſieht man wirklich doppelt, ſ. Horopter.

Nach dieſer ſehr einfachen Erklärung iſt es mit dem Geſicht, wie mit dem Gefühl. Wir fühlen auch jede Sache nur einfach, mit zwo Händen, oder zween Fingern, wenn wir nicht die gewöhnliche Lage der Finger verändern. So hält man z. B. eine Kugel, die man zwiſchen zwey kreuzweis übereinander gelegte Finger faſſet, für zwey, weil die entgegengeſetzten Seiten dieſer Finger nie ſind gebraucht worden, zugleich eine Sache, ſondern nur zwo zu fühlen; welches gutgewählte Gleichniß ſchon Descartes (Dioptrice Cap. VI. §. 18.) anführt. Eben ſo erklärt ſich, warum wir mit zwey Ohren nicht doppelt hören, u. ſ. w. Cheſelden führt in ſeiner Anatomie das Beyſpiel eines Mannes an, dem ein Schlag auf den Kopf das eine Auge verdrückte, und der im Anfang alles doppelt ſahe, bis ihm nach und nach zuerſt die gewöhnlichen, und endlich alle Gegenſtände wieder einfach ſchienen, ohne daß das Auge die gehörige Lage wieder erhielt. Einen ähnlichen Fall erzählt Smith (Lehrbegrif der Opt. der Ueberſ. S. 397.) Dies ſind ſtarke Beweiſe dafür, daß das Einfachſehen ſo, wie alles Sehen, von Gewohnheit abhängt. Porterfield will zwar der Gewohnheit nichts einräumen, und D. Reid (Inquiry into the human mind p. 257.) hält die Uebereín-

ſtimmung der Mittelpunkte beyder Augen, worauf das Einfachſehen ankömmt, ebenfalls für angebohren, nicht für erworben. Er bezieht ſich vornehmlich auf **Cheſeldens** Blindgebohrnen, der nach der Operation ſeines zweyten Auges ſogleich alles nur einfach ſahe. Herr **Klügel** aber bemerkt hiebey richtig, dieſer Menſch habe ſchon mit dem einen Auge recht ſehen gelernt, und ſich alſo bey dem ſpäter operirten zweyten nach den Urtheilen des erſten gerichtet.

Die doppelte Empfindung durch beyde Augen iſt auch in der That von der einfachen durch ein Auge allein an Lebhaftigkeit unterſchieden. **D. Jurin** legte ein Papier ſo, daß er eine Helfte davon mit beyden Augen, die andere nur mit einem, ſehen konnte; die erſtere ſchien ihm viel weiſſer und heller. Gröſſer ſchienen ihm die Gegenſtände mit beyden Augen nicht zu werden, auſſer beym Gebrauch eines Binocularteleſkops und eines Hohlſpiegels. **Dů Tour** (Mém. preſentés. Vol. III. IV. V.) behauptet den Saz des Gaſſendi, die Seele beobachte jedesmal nicht mehr, als blos das eine Bild in einem Auge. Er nahm unter andern zwo Scheiben Glas, eine blau, eine gelb, durch welche zuſammen die Gegenſtände grün ausſahen. Von dieſen befeſtigte er jede in eine 3 – 4 Zoll lange, inwendig ſchwarze, Röhre, hielt eine davon vor das rechte, die andere vor das linke Auge, und ſahe durch beyde nach einem 4 – 5 Fuß entfernten Papier. Dieſes ſchien immer entweder blau oder gelb, niemals grün. So führt er auch an, daß man die Dinge nicht gefärbt ſieht, wenn man ein Prisma blos vor das eine Auge hält. Aber daraus, daß man in gewiſſen Fällen nur ein Auge braucht, folgt nicht, daß man immer nur eins gebrauche. Wir mögen wohl in vielen Fällen uns nur eines Auges bedienen, zumal, wenn die Augen ungleich ſind, wo man vorzüglich das beſte gebraucht; es macht aber doch nach allen Erfahrungen einen Unterſchied, ob wir eine Sache mit beyden Augen, oder nur mit einem, betrachten, ſ. Binocularteleſkop.

D. Hartley (Obſerv. on Man. Vol. I. p. 207.) erinnert, daß die Sehnerven ſich in der Sella turcica in einen Nervenknoten (Ganglion), oder in ein eignes ihnen gleich-

ſam beſonders zugegebnes kleines Gehirn vereinigen, und daher mehr, als andere Theile des Körpers, auf einander wirken. So könne es kommen, daß wir, wenn wir auch blos mit einem Auge ſehen, dennoch in dem andern zugleich die mit einem Bilde vergeſellſchaftete Empfindung haben.

Prieſtley führt einige beſondere Geſichtsbetrüge an, welche beym Gebrauche beyder Augen entſtehen. Hält man einen Zirkel, deſſen Spitzen ein wenig geöfnet ſind, mit hinauswärts gekehrten Spitzen vor die Augen, und richtet die Augenaxen auf einen entfernten Gegenſtand in der Linie, die den Zwiſchenraum der Spitzen halbirt, ſo ſieht man zuerſt zween Zirkel, deren innere Schenkel ſich kreuzen, wie es nach den Geſetzen des Horopters natürlich erfolgen muß, ſ. **Horopter.** Drückt man aber nun die beyden Spitzen näher zuſammen, ſo nähern ſich die Bilder der beyden innern Schenkel, und fallen endlich in eins zuſammen, das jetzt ſehr lebhaft, dick und lang wird, und ſich von der Hand bis an die entfernteſten Gegenſtände, ja ſelbſt bis an den Horizont, zu erſtrecken ſcheint. **Smith** ſetzt die Urſache dieſer Erſcheinung darin, weil die Spitzen des Zirkels in dieſer Lage in den beyden Linien ſind, die von beyden Augen nach dem entfernten Gegenſtande gezogen werden können, und ſich alſo in dem Gegenſtande ſelbſt zu vereinigen ſcheinen. D. **Jurin** ſahe auf eine ähnliche Art den Schatten eines von der Lichtflamme erleuchteten Buchs an der Decke des Zimmers ſich nach jedem Gegenſtande, worauf er ſeine Augen richtete, erſtrecken. **Aepinus** (Nov. Comm. Petropol. Vol. VII. p. 303.) fand ein Loch von $\frac{1}{10}$ Lin. Durchmeſſer in einer metallenen Platte, wodurch er mit dem linken Auge ſahe, gröſſer, und das Geſichtsfeld weiter, wenn er das rechte Auge ſchloß, und noch mehr, wenn er es mit der Hand verdeckte. Er glaubt daher, die Oefnung des Augenſterns werde weiter, wenn man das andere Auge ſchlieſſe, welches durch Bedeckung mit der Hand vollkommner geſchehe, als durch bloßes Zuthun der Augenlieder.

Ob der Sitz der Empfindung des Sehens auf der Netzhaut oder der Aderhaut ſey, iſt lange Zeit ſtreitig geweſen. Nach **Keplern**, der die Wirkung des Lichts aufs Auge zu-

erſt richtig erklärte, nahm man allgemein die Netzhaut für den Sitz des Sehens an. Aber Mariotte (Oeuvres de *Mariotte*, p. 496.) unterſuchte die Stelle, wo der Sehnerve ins Auge eintritt, und welche nicht der Pupille gerade gegenüber, ſondern etwas höher und ſeitwärts nach der Naſe zu liegt, genauer, und fand an derſelben die Netzhaut unempfindlich.

Der Verſuch, der dieſes lehrt, und der 1668 vor dem Könige von England angeſtellt ward, iſt folgender. An einer dunkeln Wand wird in der Höhe des Auges ein rundes Papier befeſtiget. Rechter Hand deſſelben, etwa 2 Fuß weit, aber ein wenig niedriger, befeſtigt man ein anderes Papier, ſtellt ſich dem erſtern gerade gegen über, ſieht daſſelbe mit dem rechten Auge, indem man das linke ſchließt, unverwandt an, und geht nach und zurück, ſo wird, wenn man etwa 10 Fuß weit gegangen iſt, das zweyte Papier plötzlich und völlig verſchwinden. Picard und le Cat haben dieſen Verſuch noch auf mehrere Arten ſinnreich abgeändert. Die jetzt gewöhnliche Art, ihn anzuſtellen, iſt dieſe. Man befeſtiget an der Wand drey Stücken Papier A, B, C, Taf. XXII. Fig. 3. etwa zween Fuß von einander, ſtellt ſich gerade vor das mittlere, und geht allmählig zurück, das eine Auge geſchloſſen und das andere ſeitwärts nach dem Papiere A oder C gerichtet, ſo dem geſchloßnen Auge gegen über iſt. Alsdann wird man eine Stelle treffen (gemeiniglich fünfmal ſo weit von der Wand, als die Papiere von einander ſind), wo B ganz verſchwindet, indem A und C beyde ſichtbar bleiben. Dies iſt die Stelle, wo die aus B kommenden Stralen ſich in b an dem Orte vereinigen, an welchem der Geſichtsnerve D b ins Auge eintritt.

Es iſt durch unzählbare Wiederholungen dieſes Verſuchs völlig entſchieden, daß dieſe Stelle der Netzhaut in der That unempfindlich ſey. Le Cat (Traité des ſens p. 171.) und Daniel Bernoulli (Comment. Acad. Petrop. To. I. p. 314.) haben ſich bemüht, die Stelle, Geſtalt und Gröſſe dieſes unempfindlichen Flecks genau zu beſtimmen. Der letztere fand, es ſey derſelbe ein Kreis, deſſen Durchmeſſer den ſiebenten Theil vom Durchmeſſer des ganzen Au-

ges ausmacht, und deſſen Mittelpunkt von dem der Pupille entgegengeſetzten Punkte um $\frac{7}{15}$ dieſes Durchmeſſers entfernt iſt, und ein wenig über die Mitte des Auges erhoben liegt. Der Sehnerve, ſagt er, durfte nicht der Pupille gegen über eintreten, weil uns ſonſt alle Gegenſtände in der Mitte durchlöchert erſcheinen würden. So aber, wie er jetzt eintritt, verlieren wir nur einige auf der äuſſern Seite unter einem gewiſſen Winkel liegende Gegenſtände aus dem Geſichte, oder vielmehr nur aus einem Auge, nie aus beyden zugleich. Und ſelbſt, wenn wir ein Auge ſchlieſſen, bemerken wir dieſen Mangel nicht, wenn er nicht einen ſehr hervorſtechenden und ausgezeichneten Gegenſtand betrift, weil ſich die Aufmerkſamkeit der Seele doch vorzüglich auf das lenkt, was in der Mitte erſcheint, und die an der Seite entſtehende Lücke von der Einbildungskraft ausgefüllt wird.

Mariotte ſprach nun dieſer Entdeckung wegen der ganzen Netzhaut die Empfindlichkeit gegen das Licht ab, zumal da er dieſe Haut auch durchſichtig fand. Die Aderhaut, welche an der unempfindlichen Stelle ganz fehlt, ſchien ihm geſchickter zum Sitze des Sehens, theils wegen ihrer ſchwarzen Farbe, theils weil die Iris, als eine Fortſetzung von ihr, bey der Erweiterung und Verengerung des Augenſterns ſo viel Empfindlichkeit gegen das Licht äuſſert, ſ. Auge. Dieſe Meinung iſt nachher von **Mery** (Mem. de Paris 1704.), **Le Cat** (Traité des ſens, p. 176. ſqq.), **Michell** (beym **Prieſtley** Geſchichte der Optik, S. 149. u. f.) und andern, mit noch mehrern Gründen vertheidigt worden. **Le Cat** glaubte die Entdeckung gemacht zu haben, daß die dünne Hirnhaut (pia mater) überhaupt das Werkzeug aller Empfindungen ſey, und daß ſich dieſelbe beym Eintritte des Sehnerven in zwo Lamellen theile, deren eine die Aderhaut bilde. Hiezu war ihm alſo Mariottens Behauptung ſehr willkommen. Dagegen erklärten ſich **Pecquet**, **de la Hire**, **Perrault** u. a. für die Netzhaut, wie es überhaupt der Analogie der andern Sinne angemeſſener iſt, den Sitz der Empfindungen in die Nerven zu ſetzen. Die Gründe beyder Theile und die Geſchichte des Streits erzählt **Prieſtley** (S. 146. u. f.) ſehr um-

ſtändlich. **Von Haller** (Phyſiolog. Vol. V. p. 474.) bemerkt, daß eigentlich Mariottens ganzer Verſuch nichts beweiſe. Denn an der unempfindlichen Stelle ſey gar keine Netzhaut vorhanden, ſondern eine weiſſe celluloſe Haut, die zum Sehen untauglich ſeyn könne, ohne daß es darum die Netzhaut auch ſeyn müſte. Die Aderhaut ſey zum Sehen ungeſchickt, weil ſie von dem ſchwarzen Schleime bedeckt werde, und wenn ja die Lichtſtralen dieſen durchdrängen, ſo würden ſie auf die braune, zottigte ruyſchiſche Lamelle ſtoßen und darunter eine unzählbare Menge Gefäße, aber wenig oder gar keine Nerven finden, alſo kein vollſtändiges zuſammenhängendes Bild entwerfen können. **Zinn** (Deſcript. anatom. oculi hum. p. 37. 38.) bemerkt auch, daß die Aderhaut keine Fortſetzung der dünnen Haut des Sehnervens ſey, oder mit der dünnen Hirnhaut unmittelbar zuſammenhänge; vielmehr finde man beyde durch ein zelliges Gewebe von einander abgeſondert. Es ſcheint alſo ziemlich ausgemacht, daß man keinen Grund habe, den Sitz des Sehens anderswo, als auf der Netzhaut, anzunehmen.

Die Lehre vom **deutlichen und undeutlichen Sehen** hat D. **Jurin** in einer dem Smithſchen Lehrbegriffe der Optik (der deutſchen Ueberſ. S. 483. u. f.) beygefügten Abhandlung am beſten unterſucht, womit noch **Lambert** (Photometrie, S. 490. u. f.) zu verbinden iſt. Man ſagt, eine Sache werde deutlich geſehen, wenn ihre äuſſern Grenzen wohl beſtimmt erſcheinen, und ihre Theile ſich gut unterſcheiden laſſen. Hiezu wird erfordert, daß das Bild im Auge deutlich ſey, oder daß alle Stralen, die von einem Punkte der Sache ausgehen, ſich wieder in einem Punkte der Netzhaut, oder wenigſtens auf einer einzigen empfindlichen Stelle, einer einzigen Nervenſpitze, vereinigen. Es iſt aber eine ſo genaue Vereinigung, beſonders bey größern Gegenſtänden, nicht einmal nöthig. Man kan daher **vollkommnes Sehen** von **blos deutlichem** unterſcheiden. Das vollkommne hängt bey einer gegebnen Einrichtung des Auges blos von der Entfernung des Gegenſtandes, das blos deutliche zugleich von ſeiner Gröſſe ab. Wenn die Stralenkegel nicht genau auf der Netzhaut vereiniget wer-

den, ſo breitet ſich das Bild jedes Punkts in einen kleinen Kreis, den Zerſtreuungskreis, aus, und das Eingreifen dieſer Kreiſe in einander iſt die Urſache der Undeutlichkeit. Die Gröſſe dieſer Kreiſe hängt von der Entfernung ab; ſie ſtört aber die Deutlichkeit deſto mehr, je kleiner die Gegenſtände, oder ihre Zwiſchenräume, ſind. Aus den Zerſtreuungskreiſen am Umfange entſteht ein Lichtrand um das Bild jeder hellen Sache, welcher ihre ſcheinbare Gröſſe um etwas vermehrt.

Für jedes Auge giebt es eine gewiſſe Weite, auf welche es ohne alle Anſtrengung deutlich ſieht, **die natürliche Weite des vollkommnen Sehens** (diſtantia viſionis diſtinctæ). Weil aber das Auge ein Vermögen hat, ſeine Einrichtung etwas zu ändern, ſo ſieht es auch noch auf andere Weiten vollkommen, und es entſtehen daraus **Grenzen des vollkommnen Sehens**. Da man, zumal bey großen Gegenſtänden, noch einige Undeutlichkeit vertragen kan, ſo laſſen ſich dieſe Grenzen noch etwas weiter auseinander rücken, und ſo erhält man **Grenzen des blos deutlichen oder guten Sehens**. Man ſieht leicht, daß hierinn viel Unbeſtimmtes liegt, zumal, wenn bey den Verſuchen auf die angeführten Unterſchiede nicht gehörige Rückſicht genommen wird. Daher ſind auch die Angaben hierüber ungemein verſchieden. Die kleinſte Weite des vollkommnen Sehens ſetzt D. **Jurin** aus vielen Beobachtungen insgemein auf 5, 6 oder 7 Zoll. Die gröſte Weite des deutlichen Sehens zu beſtimmen, ward ihm ſchwerer. Er ſetzt ſie endlich durch eine Berechnung (welche auf die Entfernung zweener Sterne von bekannter Lage, die man noch unterſcheiden kan, und auf die Gröſſe der Brechungen im Auge gegründet iſt) 14 Fuß 5 Zoll, wiewohl **Porterfield** nach einer andern Methode für ſein eignes Auge nur 27 Zoll annimmt.

Dem undeutlichen Sehen hilft das Auge auf eine doppelte Art ab, indem es ſich entweder ſo einrichtet, wie es zum Deutlichſehen in einer andern Entfernung erforderlich iſt, oder indem es die Oeſnung des Augenſterns verengert. Das letzte Hülfsmittel wird beſonders bey ſtarkem Lichte

gebraucht, und iſt oft ſchon allein hinlänglich, weil ſich dabey auch die Zerſtreuungskreiſe zuſammenziehen. Bey ſchwachem Lichte hingegen erweitert ſich die Oefnung auch in dem Falle, wenn nähere oder kleinere Sachen betrachtet werden.

Bisweilen liegt auch die Urſache des undeutlichen Sehens in der Unſtandhaftigkeit des Auges. So erkennt man ſchwerlich einen ſchmalen weiſſen Strich zwiſchen zween ſchwarzen auf einem weiſſen Grunde, weil bey den unvermeidlichen geringen Bewegungen des Auges die Bilder der ſchwarzen Striche immer auf die Stelle rücken, die eigentlich dem weiſſen zugehört. Weil nun die Eindrücke auf die Netzhaut eine kleine Zeit fortdauren, ſo wird darüber der weiſſe Strich gar nicht deutlich erkannt, z. B. zwo nahe an einander gezogene ſchwarze Parallellinien erſcheinen in einiger Entfernung nur, wie eine einzige. Der Zwiſchenraum zwiſchen zwo Stecknadeln, der eben ſo groß, als ihre Breite war, gegen das Taglicht betrachtet, ließ ſich nicht mehr erkennen, wenn er unter einem kleinern Winkel, als 40 Secunden, ins Auge fiel.

Wenn man ein Parallellineal, nicht weit geöfnet, gerade vor das Auge hält, und gegen das Taglicht ſiehet, ſo wird der helle Zwiſchenraum in der kleinſten Weite des deutlichen Sehens als ein einziger Strich erſcheinen. Bringt man aber das Auge näher, ſo erſcheint er anfänglich doppelt, dann dreyfach u. ſ. w. bis endlich bey großer Nähe die Menge der Striche unzählbar wird. Eben das zeigt ſich auch, wenn das Lineal in allzugroßer Entfernung von Kurzſichtigen, oder von Weitſichtigen durch ein erhabnes Glas betrachtet wird. Ein Nadelloch in einem Papiere, gegen das Licht geſehen, erſcheint, ſobald es ſeine Deutlichkeit verliert, gleichſam mit Stralen umgeben. **D. Jurin** will dies aus den newtoniſchen Anwandlungen des leichtern Durch- und Zurückgehens erklären; aber **Robins** glaubt, es rühre von der Anſtrengung her, die ſich das Auge geben muß, um auſſer den Grenzen des deutlichen Sehens etwas zu unterſcheiden, wodurch die Oberfläche ungleich geſpannt und runzlicht werde.

Smith's vollſtändiger Lehrbegrif der Optik, durch Käſtner, an mehrern Stellen.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel. S. 69. 143 u. f. 475 u. f. 514.

Käſtner Anfangsgr. der angewandten Math. Optik. §. 63. u. f.

Sehewinkel, Geſichtswinkel, optiſcher Winkel, Angulus opticus, Angulus viſionis ſ. viſorius, *Angle optique, Angle viſuel.* Wenn Taf. XXII. Fig. 4. in O ein Auge ſteht, und von den beyden Endpunkten M, N einer Linie MN nach O gerade Linien gezogen werden, ſo heißt der Winkel MON der Sehewinkel, und man ſagt, die Linie MN erſcheine dem Auge O unter dieſem Winkel. Man ſtellt ſich hiebey das ganze Auge als einen Punkt vor, oder vielmehr: Man ſetzt O, den Scheitel des Sehewinkels, in den Mittelpunkt der Oefnung des Augenſterns, oder auch in den Mittelpunkt der Kryſtallinſe.

Die Linien MO und NO ſind die Wege der Lichtſtralen, welche von den äuſſerſten Enden der Linie oder des Gegenſtandes MN auf die Mitte der Linſe kommen. Weil man von dieſen Stralen annehmen kan, daß ſie ungebrochen durch die Kryſtallinſe gehen (wie Aa, Bb, Cc, Taf. III. Fig. 29.), ſo treffen ihre Verlängerungen Om und On auf die Grenzen des Bildes mn, welches auf der Netzhaut entworfen wird. Wenn nun der Gegenſtand MN deutlich geſehen wird, ſo kommen alle Lichtſtralen aus M in m, und alle aus N in n, zuſammen, und die damit verknüpfte Empfindung ſtellt den Gegenſtand ſo dar, daß ſeine ſcheinbaren Grenzen genau zwiſchen die Schenkel des Sehewinkels fallen.

Weil nun der Abſtand der Grenzen die Größe des Gegenſtands beſtimmt, ſo iſt der Sehewinkel zugleich das Maaß der ſcheinbaren Größe von MN, in ſo fern dieſelbe blos von der reinen optiſchen Darſtellung abhängt und von allen Urtheilen der Seele abgeſondert betrachtet wird, ſ. Größe, ſcheinbare (Th. II. S. 537. u. f.). In dieſem Sinne müſſen alſo die ſcheinbaren Größen der Linien, oder die ſcheinbaren Durchmeſſer der Gegenſtände, durch den Sehewinkel ausgedrückt, und wie Winkel in der Geometrie gemeſſen werden.

Wenn die Augenaxe in OM auf das eine Ende des Gegenſtandes M gerichtet, und auf ſeinen wahren Durchmeſſer MN (den ich hier die wahre Größe nennen will) ſenkrecht iſt, ſo hat man für ſin tot = 1

$$\text{tang } O = \frac{MN}{MO}$$

oder die Tangente des Sehewinkels iſt dem Quotienten der wahren Größe durch die Entfernung gleich. Hieraus laſſen ſich ſehr leicht folgende Sätze ableiten.

1. Für zween verſchiedene Gegenſtände ſtehen die Tangenten der Sehewinkel im directen Verhältniſſe der wahren Größen, und im umgekehrten der Entfernungen vom Auge.

2. Sind die wahren Größen gleich (oder iſt der Gegenſtand ebenderſelbe), ſo verhalten ſich die Tangenten der Sehewinkel umgekehrt, wie die Entfernungen.

3. Sind die Entfernungen gleich, ſo verhalten ſich die Tangenten der Sehewinkel, wie die wahren Größen.

4. Sollen die Sehewinkel gleich ſeyn, ſo müſſen ſich die wahren Größen, wie die Entfernungen verhalten.

5. Weil ſich kleine Winkel ziemlich genau, wie ihre Tangenten, verhalten, ſo kan man in den Sätzen 1. 2. 3. bey kleinen Sehewinkeln ohne merklichen Fehler die Winkel ſelbſt ſtatt der Tangenten nehmen.

6. Die obige Formel giebt auch

$$MN = MO \times \text{tang } O$$

und $MO = MN \times \text{cotang } O$.

daß man alſo von den drey Stücken: Sehewinkel, wahre Größe und Entfernung vom Auge, jedes durch eine leichte Rechnung finden kan, wenn die beyden andern gegeben ſind.

Ex. 1. Der Sehewinkel, unter welchem der Halbmeſſer der Sonne erſcheint, (der ſcheinbare Halbmeſſer der Sonne) ſey = 16′. Die Tangente hievon iſt nach den Tafeln = 0,0046542. Der Sonne Entfernung vom Auge ſey = 24200 Erdhalbmeſſer. So iſt die wahre Größe des Sonnenhalbmeſſers = 24200. 0,0046542 = 112, 7 Erdhalbmeſſer.

Ex. 2. Ein Stab von 6 Fuß Länge ſoll ſo weit vom Auge geſtellt werden, daß ſeine ſcheinbare Gröſſe nur 32′ beträgt. Man nehme das M der Figur für die Mitte des Stabs, ſo iſt MN = 3 Fuß, O = 16′. Die Cotangente von 16′ findet ſich aus den Tafeln = 214,8576.... und giebt in MN = 3 Fuß multiplicirt, die geſuchte Entfernung MO = 644,5728 Fuß.

Ex. 3. Eine Linie von der Länge l erſcheint dem ſenkrecht darauf gerichteten Auge unter einem Sehewinkel von 40″. Man ſucht ihre Entfernung vom Auge. Die Cotangente von 40″ iſt nach den gröſſern Tafeln = 5156,6193265.... Alſo die geſuchte Entfernung faſt = 5156,62.. l.

Wenn das Auge ſchief gegen MN ſieht, ſo muß noch überdies der Winkel M gegeben ſeyn. Alsdann kan man, wenn von den drey Stücken, O, MN und MO, zwey gegeben ſind, das dritte durch die trigonometriſche Auflöſung des Dreyecks OMN finden. Gewöhnlich werden in der Phyſik die Fälle ſo angenommen und betrachtet, daß der Lichtſtral nach des Gegenſtandes Mitte OM auf MN ſenkrecht ſteht, wofür die obigen Sätze und Formeln gelten.

Die Größe des Bildes auf der Netzhaut mn iſt = tang O × Om, wo Om oder der Abſtand der Kryſtallinſe von der Netzhaut auf die Einrichtung des Auges ankömmt. Bey ebenderſelben Einrichtung des Auges verhalten ſich die Größen der Bilder, wie die Tangenten der Sehewinkel, oder bey kleinen Winkeln, wie die Sehewinkel ſelbſt. Daher iſt die ſcheinbare Größe der Größe des Bildes im Auge proportional, und kleinere Bilder ſind mit Empfindung von geringerer Größe vergeſellſchaftet, obgleich die Größe nicht durch Anſchauung der Bilder erkannt wird, ſ. Sehen.

Je weiter wir uns von einem Gegenſtande entfernen, deſto kleiner wird der Sehewinkel, unter welchem er erſcheint. Er wird endlich ſo klein, daß man ihn gar nicht mehr empfindet, und der Gegenſtand dem Auge unſichtbar wird.

Ueber den kleinſten dem menſchlichen Auge noch empfindlichen Geſichtswinkel hat man mancherley Verſuche

angeſtellt. D. Hook (Animadverſ. in partem primam mach. cœleſtis Hevelii) beſtritt Hevels Methode, die Winkel am Himmel ohne Fernröhre zu meſſen, und behauptete aus Verſuchen, ſelbſt das ſchärfſte Auge könne Winkel unter ½ Min. nicht mehr unterſcheiden, und gewöhnliche Augen empfänden ſchon Winkel unter 1 Min. nicht mehr. Zween Sterne, die um ½ – 1 Min. von einander abſtünden, erſchienen den bloßen Augen, wie einer. D. Smith (Lehrbegrif der Opt. der Ueberſ. S. 29.) beſtätigt dieſes in dem Falle, da der Gegenſtand ein runder ſchwarzer Fleck auf weiſſem Grunde, oder ein weiſſer Fleck auf ſchwarzem Grunde iſt; weil ein ſehr gutes Auge dieſe nicht mehr ſehe, wann der Geſichtswinkel unter 40″, oder die Entfernung vom Auge (nach Ex. 3.) 5156 mal größer, als der Durchmeſſer des Fleckens ſey. Auch der Marquis **de Courtivron** (Mém. de Paris. 1752. p. 200.) folgert aus ſeinen Verſuchen, der kleinſte empfindbare Geſichtswinkel ſey = 40″. **Smith** berechnet für dieſe Größe mn = $\frac{1}{8000}$ Zoll, und nennt daher ein ſolches Theilchen von $\frac{1}{8000}$ Zoll Durchmeſſer einen **empfindlichen Punkt der Netzhaut.** Nach der Vorſtellungsart, die ich beym Worte **Sehen** erklärt habe, würde dies die Größe einer einzelnen Nervenſpitze ſeyn.

D. Jurin (Abhandl. vom deutlichen Sehen beym **Smith**, der Ueberſ. S. 502. u. f.) bemerkt, daß hiebey das meiſte auf die Stärke des Lichts ankomme. Fixſterne, deren wahrer Sehewinkel noch nicht 1 Sec. ausmacht, werden dennoch geſehen, weil ſich ihr Bild ausbreitet. Striche werden auf gröſſere Weiten geſehen, als Punkte oder Tüpfelchen von gleicher Breite, und längere Striche ſieht man auf gröſſere Weiten, als kürzere, weil die Eindrücke von ihnen mehr Nerven der Länge nach rühren. **Jurin** fand, daß er einen Silberdrath von $\frac{1}{385}$ Zoll Dicke auf weiſſem Papiere unter einem Geſichtswinkel von 3½ Sec. und einen ſeidnen Faden unter einem von 2½ Secunden noch ſehen konnte.

Einzelne Gegenſtände bleiben auf eine etwas gröſſere Weite empfindbar, als gleich große zwiſchen ihnen befindli-

che Zwiſchenräume. Innerhalb der Grenzen des deutlichen Sehens iſt der kleinſte Sehewinkel für einen Zwiſchenraum etwa um ein Viertel größer, als der für ein einzelnes Object, z. B. 75 Sec., wenn der letztere 1 Min. iſt. Auſſerhalb dieſer Grenzen aber wird der Unterſchied weit beträchtlicher, weil die Zerſtreuungskreiſe die Bilder der Gegenſtände vergrößern, die der Zwiſchenräume hingegen verkleinern.

Tobias Mayer (Exp. circa viſus aciem in Comment. Gotting. To. IV. p. 97) ſchließt aus Verſuchen mit einem ſchwarzen Flecken auf ſehr weiſſem Papiere, der kleinſte Sehewinkel ſey im Durchſchnitte = 34 Secunden. Schwarze Striche mit Zwiſchenräumen von größerer Breite, als ſie ſelbſt hatten, waren auf größere Weiten kenntlich, als wenn die Zwiſchenräume nur eben ſo breit, als die Striche ſelbſt, waren. Bey ſchwachen Erleuchtungen ſchien ſich der kleinſte Sehewinkel, wie die Cubikwurzel aus der Entfernung des Lichts von der Sache, zu verhalten.

Demnach verſchwinden uns die kleinen Theile der Gegenſtände, z. B. die Blätter der Bäume ꝛc., wenn ſie ſo weit entfernt ſind, daß ſie unter einem kleinern Winkel, als 30 - 40 Sec. ins Auge fallen. Man ſieht alsdann nur den Umriß des Gegenſtandes ſelbſt, ohne ſeine Theile zu unterſcheiden. So erſcheinen entfernte Thürme rund, weil man ihre Kanten und Ecken nicht gewahr wird. Wälder, Kornfelder u. dergl. zeigen ſich in der Ferne wie zuſammenhängende Maſſen, weil man die Zwiſchenräume der einzelnen Bäume und Aehren nicht mehr unterſcheidet.

Parallele Reihen von Bäumen ſcheinen zuſammenzu laufen, weil ihre Breite in der Ferne unter immer kleinern Sehewinkeln ins Auge fällt. Wenn eine Allee über 5000 mal länger als breit iſt, ſo muß ſie ſich einem Zuſchauer, der im Eingange ſteht, am Ende ganz zuzuſchließen ſcheinen, indem dem Abſtande der letzten Bäume nur 40″ Sehewinkel zukömmt.

Wir ſehen eigentlich nur das deutlich, was in der Axe des Auges, oder doch nahe an derſelben liegt. Indeß lehrt doch die Erfahrung, daß wir alle die Gegenſtände

ziemlich deutlich mitſehen, die nicht über 45° von der Augenaxe ringsum abliegen. Daher wird der gröſte Sehewinkel, den das Auge auf einmal mit Deutlichkeit faſſen kan, insgemein = 90° und ſo angenommen, daß auf jeder Seite der Augenaxe eine Helfte davon liegt, ſ. **Geſichtsfeld.**

Die Sehne eines Kreiſes erſcheint jedem Auge, das im Umfange des Kreiſes ſteht, unter einem gleich großen Sehewinkel, weil alle Winkel an der Peripherie, die dieſe Sehne überſpannen, einander gleich ſind. Man nimmt dies für die Urſache der Geſtalt an, welche die Alten ihren Amphitheatern gaben.

Dennoch richtet ſich unſer Urtheil von der Größe der Dinge nicht nach dem Sehewinkel allein. Verſteht man alſo unter ſcheinbarer Gröſſe den Begrif, der ſich auf unſer Urtheil gründet, ſo iſt dieſelbe nicht mehr mit dem Sehewinkel einerley. In dieſem Sinne iſt ſcheinbare Größe etwas ſehr unbeſtimmtes, das von willkührlicher Schätzung abhängt, da hingegen der Sehewinkel in jedem Falle beſtimmt iſt, ſ. **Größe, ſcheinbare.**

Smith's vollſt. Lehrbegrif der Optik, durch Käſtner, S. 29. § 97. S. 502. §. 63 u. f.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 484. und f.

Käſtner Anfangsgr. der angewandten Mathem. Gött. 1780. 8. Optik. §. 30 u. f.

Sehungsbogen, Arcus viſionis, *Arc de viſion.* Unter dem Sehungsbogen eines Sterns verſteht man die geringſte Tiefe der Sonne unter dem Horizonte, bey welcher der Stern ſichtbar iſt. So lange die Sonne über dem Horizonte iſt, verdunkelt ihr ungemein ſtarkes Licht den Glanz der übrigen Geſtirne. Nur den Mond und die Venus kan man unter vortheilhaften Umſtänden (d. i. wenn ſie ſtark erleuchtet werden, der Sonne nicht zu nahe ſind, und dieſe nicht allzuhoch ſteht) bey Tage ſehen. Die übrigen Geſtirne werden erſt nach Sonnenuntergang ſichtbar, und zwar deſto eher, je beträchtlicher ihre ſcheinbare Größe und je ſtärker ihr Licht iſt.

Wenn man an einer richtigen Uhr beobachtet, wie lange die Sonne untergegangen ſeyn muß, ehe man einen Stern zuerſt ſehen kan, ſo läſt ſich aus dieſer Zeit und dem Stande der Sonne die Tiefe der leztern unter dem Horizonte für dieſen Augenblick finden, welche Tiefe der Sehungsbogen des Sterns iſt. Aber wegen der verſchiedenen Güte der Augen und der veränderlichen Beſchaffenheit der Luft können die Reſultate ſolcher Beobachtungen nicht immer gleich ausfallen, zumal bey den Planeten, wo es noch überdies auf ihre Entfernung von der Erde, und ſo viel die untern betrift, auf die Größe ihres erleuchteten Theils ankömmt. So ſezt **Ptolemäus** den Sehungsbogen für Jupiter und Merkur 10 Grad, **Hevel**, der ſehr ſcharfe Augen hatte, nur 3 Grad. **Kepler** (Epitome aſtron. Copern. Lib. III. p. 370) giebt folgende Größen des Sehungsbogen an:

für Venus				5°
Jupiter				10°
Merkur				10°
Saturn				11°
Mars				11° 30′
Fixſterne	1ſter	Gröſſe		12°
—	2ter	—		13°
—	3ter	—		14°
—	4ter	—		15°
—	5ter	—		16°
—	6ter	—		17°
die kleinſten Sterne				18°

Der Sehungsbogen der kleinſten Sterne beſtimmt die Grenze der Dämmerung, ſ. **Dämmerung**. Wenn die Sonne auf dieſer Grenze ſteht, iſt es völlig dunkel, und die Zeit zwiſchen dieſem Augenblicke und dem Auf- oder Untergange der Sonne iſt alſo die Dauer der Dämmerung. Wie man hieraus die Höhe der Atmoſphäre zu beſtimmen geſucht habe, ſ. bey dem Worte **Luftkreis**. Der Sehungsbogen der Sterne dient auch, die Zeit ihres Verſchwindens und Hervortretens aus den Sonnenſtralen (occaſum et ortum heliacum) zu finden, ſ. **Aufgang**.

Wolf Elementa Aſtronom. §. 276 - 278.
Käſtner Anfangsgr. der Aſtron. §. 129 u. f.

Seife, Sapo, *Savon*. Dieſen Namen gab man ehedem blos den Verbindungen der Laugenſalze mit den Oelen, welche ſich ſämmtlich in Waſſer und Weingeiſt auflöſen; ſeitdem man aber gefunden hat, daß auch Säuren und andere ſalzartige Stoffe ſich mit den Oelen vereinigen und ſie im Waſſer und Weingeiſt auflöslich machen, iſt dieſe Benennung von vielen Chymiſten auf alle ölichtſalzige Zuſammenſetzungen ausgedehnt worden. Dieſe Seifen ſind von einer ſchlüpfrigen Conſiſtenz, geben mit dem Waſſer milchweiſſe, mit dem Weingeiſte helle Auflöſungen, welche beym Umſchütteln ſchäumen, und machen andere fette Subſtanzen ebenfalls mit dem Waſſer miſchbar.

Die gemeinen oder alkaliſchen Seifen werden bereitet, indem man eine äzende Lauge des feuerbeſtändigen Laugenſalzes mit einem fetten Oele unter beſtändigem Umrühren bis zur völligen Vereinigung kocht. Insgemein wird ein mineraliſches oder vegetabiliſches Laugenſalz mit ungelöſchtem Kalk äzend gemacht, und die wäſſerigte Auflöſung ſo weit eingedickt, bis ſie ein friſchgelegtes Ey tragen kan. In dieſem Zuſtande heißt ſie **Meiſterlauge** (Lixivium magiſtrale), **Seifenſiederlauge**. Man verdünnt einen Theil dieſer Lauge mit Waſſer, gießt zwey Theile Oel oder Fett hinzu, und läſt die Miſchung in einem kupfernen Keſſel kochen. Wenn ſie dick zu werden anfängt, ſezt man von dem andern Theile der Lauge nach und nach mehr zu, bis ein Tropfen der Maſſe auf einen kalten Stein getröpfelt, zu einer feſten gleichförmigen Subſtanz gerinnt, worauf die fertige Seife nach einigem Abkühlen in hölzerne am Boden durchlöcherte und inwendig mit leinenen Tüchern belegte Formen geſchöpft wird, worinn man ſie feſt werden läſt, und dann in Stücken zerſchnitten vollends trocknet. Mit den Oelen, welche in der Kälte leicht feſt werden, giebt das mineraliſche Laugenſalz harte Seifen; das Gewächslaugenſalz aber weichere, wenn man nicht beym Ende des Kochens etwas Küchenſalz zuſezt, das die überflüſſige Feuch-

tigkeit in ſich nimmt. Oele, die in der Kälte ſchwer gerinnen, geben nur ſchmierige und weiche Seifen.

Der Unterſchied der Seifen beruht auf der Verſchiedenheit der dazu gebrauchten Oele und Laugenſalze. Statt der erſten nimmt man auch die thieriſchen Fette. So wird die gewöhnliche Seife aus Unſchlitt und Gewächslaugenſalz bereitet. Die venediſche Seife beſteht aus Baumöl und Gewächsalkali; die weiſſe alikantiſche oder ſpaniſche aus Baumöl und Mineralalkali; die Mandelſeife aus Mandelöl und Gewächsalkali; die ſchwarze Thranſeife aus Thran, und die grüne Seife aus Lein- oder Rüböl, beydes mit Gewächsalkali u. ſ. w. Auch das Wachs giebt mit ätzenden Laugen eine Wachsſeife, wozu das puniſche Wachs zur Enkauſtik gehört, welches nach Sage (Analyſe chymique Vol. II. im Regiſter S. XII.) aus reinem weiſſen Wachs mit dem zwanzigſten Theile Mineralalkali zuſammen geſchmolzen, beſtehen ſoll. Die weſentlichen Oele verbinden ſich ſchwerer mit den Laugenſalzen; daher die Bereitung der Seifen aus ihnen, z. B. der Starkeyiſchen aus Terpentinöl und Gewächsalkali ſehr mühſam iſt. Auch das flüchtige Laugenſalz bildet Seifen, die aber nicht feſt werden und keine dauerhafte Verbindung eingehen.

Die ſauren Seifen entſtehen aus Verbindungen der Säuren mit den Oelen, wodurch die letztern verdickt und im Weingeiſt auflöslich gemacht werden. Herr Achard (in Rozier Journal de phyſique Dec. 1780. Janv. et Fevr. 1781.) hat über die Verbindungen der Vitriolſäure mit verſchiedenen Oelen ſchätzbare Verſuche angeſtellt.

Einige nennen auch die thieriſchen und vegetabiliſchen Säfte, welche durch Zerlegung Salz und Oel liefern, z. B. Zucker, Schleim, Speichel, Gallerte u. ſ. w. natürliche Seifen. Da aber bey vielen das Oel erſt während der Zerlegung entſteht, ſo iſt es beſſer nur diejenigen Subſtanzen ſeifenartig zu nennen, worinn ein wirkliches ſchon vorhandnes Oel durch Salz ſowohl im Waſſer, als im Weingeiſte auflöslich gemacht wird.

Die Auflöſungen der Seifen im Weingeiſt führen den Namen der Seifenſpiritus.

Macquer chymiſches Wörterb. durch Leonhardi, Art. Seife.

Gren ſyſtemat. Handbuch der Chemie, 1. Th. §. 435 u. f.

Seihen, ſ. Filtriren.

Selbſtentzündungen, Inflammationes ſpontaneæ, *Inflammations ſpontanées*. Es giebt in allen drey Naturreichen eine Menge entzündlicher Körper und Gemiſche, deren Brennbares unter gewiſſen Umſtänden ſo frey wird, oder mit ihren übrigen Beſtandtheilen ſo ſchwach zuſammenhängt, daß es ſich von ſelbſt zerſetzt, und ohne alle Erhitzung oder Entzündung von auſſen, eine innere Hitze und ſchwache Verbrennung bewirkt, welche bey mehrerm Zutritte reſpirabler Luft ſehr oft in heftige Flammen ausbricht. Dieſem Vorgange ſind mineraliſche Stoffe vornehmlich bey ihrem Verwittern, vegetabiliſche und thieriſche bey gewiſſen Graden der Gährung ausgeſetzt.

Hieher gehören die von den Chymikern bereiteten Selbſt- oder **Luftzünder**, ſ. **Pyrophorus**, welche aus Alaun und brennbaren Materien, oder aus einer mit Phlogiſton überſättigten Schwefelleber beſtehen.

Die Kieſe, welche Schwefel und Eiſen mit erdigten Stoffen enthalten, **verwittern** oder zerfallen beym Zugange der Luft und Feuchtigkeit in ein ſalziges Pulver, und wenn ſie in beträchtlicher Menge beyſammen ſind, und Luft und Feuchtigkeit zugleich wirken, ſo äuſſert ſich dabey nicht nur eine ſtarke Hitze und eine Phlogiſtication der Luft, ſondern es bricht auch wohl die ganze Maſſe in Flammen aus. Hiedurch laſſen ſich viele im Mineralreiche vorkommende Selbſtentzündungen in Steinkohlenſchächten, Alaunſchieferflötzen, Torfhaufen u. dergl. begreiflich machen, und man erklärt hieraus insgemein die Entſtehung des unterirdiſchen Feuers, ſ. **Vulkane**.

Daß ſich der rauchende Salpetergeiſt mit den Oelen vermiſcht, erhitze und von ſelbſt entzünde, iſt bey den Worten **Oele** und **Salpeterſäure** bemerkt worden. Nach Verſuchen von **Bryant Higgins** (Actual fire and detonation produced by the contact of Tinfoil with the Salt

composed of Copper and the nitrous acid, in Philoſ. Tranſ. Vol. LXIII. P. I. p. 137.) ſoll auch der Kupferſalpeter, der von der Auflöſung des Kupfers in Salpeterſäure zurückbleibt, wenn man ihn etwas feucht zerreibt, auf Zinnfolie eine Linie dick ſtreuet, feſt zuſammenrollt und das Ganze platt drückt, ſich nach einiger Zeit erhitzen und in Flammen ausbrechen.

Weit weniger ſind bisher die Selbſtentzündungen von Dingen aus dem Thier- und Pflanzenreiche bekannt geweſen, ſo wichtig auch ihre Unterſuchung theils an ſich, theils zu Abwendung mancher unbekannten Feuersgefahren ſeyn würde. Sehr viele vegetabiliſche Materien, als Heu, Getraide, Waid, Mehl, Malz, auch andere Samen von Pflanzen erhitzen ſich, wenn ſie anfangen in Gährung oder Fäulniß überzugehen, beſonders wenn ſie dabey eingeſchloſſen, zuſammengedrückt und feucht ſind. Nicht ſelten bricht alsdann aus ihnen beym erſten Zugange der Luft eine helle Flamme hervor. Auch thieriſche Subſtanzen, z. B. Düngerhaufen, feucht zuſammen gepacktes Wollenzeug u. dergl. ſind der Erhitzung und Selbſtentzündung unterworfen (ſ. Diſſ. ſur l'inflammation ſpontanée des matieres tirées du regne vegetal et animal par M. *Carette* im *Rozier* Nov. 1784. Août 1785.)

Herr Rüde, Apotheker in Budiſſin (Leipzig. Intelligenzblatt vom 31 März 1781), der aus Rockenkleyen und Alaun einen Pyrophorus bereitet hatte, entdeckte durch Verſuche, daß braun geröſtete Rockenkleyen in ein leinenes Tuch gewickelt nach einigen Minuten das Tuch verbrennen und durchaus glühend werden. Er muthmaſſet, daß eine im Kuhſtalle eines Bauerguts ausgekommene Feuersbrunſt durch Umſchläge von geröſteten Kleyen entſtanden ſey, dergleichen die Landleute dem Viehe zu Vertreibung der dicken Hälſe umlegen.

In der Manufacturſtadt A..... entbrannte 1781 bey einem Strumpfverleger die ſogenannte Kämmlingswolle, welche mit Rüböl und etwas Butter gekämmt, und in einem wenig luftigen Zimmer dicht über einander geſchichtet und zuſammen getreten war.

Hanf, Flachs und Hanföl haben oft Gelegenheit zu ſchrecklichen Bränden gegeben. Um 1764 entſtand zu Petersburg öfters Feuer durch Hanf, der aus Unvorſichtigkeit mit Oel begoſſen und dadurch unbrauchbar geworden war. Im Auguſt 1780 kam ebendaſelbſt im Hanfmagazin ein heftiges Feuer aus, obgleich alles daſelbſt von Stein und Eiſen iſt, und das ganze Gebäude auf einer Inſel der Newa liegt, auf der kein Feuer geduldet wird. Bey einem Brande auf einer Fregatte im Jahr 1781 fand man Bündel von einer Hangematte, in welcher Kienruß mit Oel zum Anſtreichen geweſen war. Die Kaiſerin erinnerte ſich ſelbſt, daß man den Brand des Hanfmagazins dem mit fetten Matten umwickelten Hanf zugeſchrieben hatte, und befahl, die Sache genauer zu unterſuchen. Hierauf zeigte die von der ruſſiſchen Admiralität angeſtellte Probe, daß 40 Pfund Kienruß, auf welchem eine Stunde lang 35 Pfund Hanfölfirniß geſtanden hatten, nach abgegoſſenem Oel in eine Hangematte gewickelt, ſchon nach 19 Stunden Rauch und Feuer zeigten, und bey Eröfnung der Thüre mit dem erſten Zutritte friſcher Luft in Flammen ausbrachen. Die nachher angeſtellten Verſuche des Herrn Adjunct Georgi (Neue nordiſche Beyträge B. III. S. 37 u. f. B. IV. S. 309 u. f.) ſind ſehr merkwürdig und zeigen, daß der ruſſiſche gröbere, fettere und ſchwere Malerruß mit troknenden gepreßten Oelen etwa 5 Stunden lang eingetränkt, und dann in einfache Leinwand eingebunden, in etwa 16 Stunden die Selbſtentzündung ganz ſicher hervorbringt, zumal bey troknem Wetter; da hingegen bey naſſer Witterung oft die ſchon warm gewordenen Bündel wieder kalt wurden.

Auch zeigten die Verſuche, daß Hanf mit Hanföl und Talg begoſſen, darauf eine Stunde lang in den Backofen gelegt und alsdann feſt in eine gewärmte Baſtmatte geſchnürt, in Zeit von einer Stunde warm ward, und in drey Stunden entbrannte. Eben dies that Schafwolle, auf gleiche Art mit Hanföl und Talg behandlet, und in grobe Leinwand gebunden. Sogar ein alter grauer Rock von Schafwolle, mit Hanföl und Talg begoſſen, im Backofen erhitzt, und recht warm mit Bindfaden feſt um-

wunden, fieng nach 3 Stunden an zu rauchen, und war nach 48 Stunden im Innern ganz verkohlt und ausgebrannt. Eben ſo gieng es mit Kuhhaaren, die mit Talg begoſſen, im Ofen erhitzt und in einen Sack von Baſtmatten geſteckt waren.

Bey der Bereitung der mit Kräutern abgekochten Oele iſt bemerkt worden, daß ſich dieſe Oele, wenn ſie zu ſtark gekocht, und die Kräuter zu trocken geworden ſind, bisweilen in dem leinenen Sacke des Filtrums von ſelbſt entzünden. Carette hat durch Verſuche dargethan, daß Kräuter, ſie mögen aromatiſch, oder geruch- und geſchmacklos ſeyn, ſich allemal in kurzer Zeit von ſelbſt entzünden, wenn ſie in Oel oder anderm Fett, und ſelbſt in Rindermark geſotten ſind, wenn nur alle Feuchtigkeit aus ihnen gedunſtet iſt, und man ſie nicht in Fett eingetaucht läßt.

Endlich beſtätigten auch die Verſuche des Herrn Georgi die Selbſtentzündung der geröſteten Rockenkleyen, des Rockenmehls, Weizenmehls, der Gerſtengrütze, Reißkörner, Erbſen, Bohnen, Kaffebohnen, Bohnenmehls, gemahlnen Kaffe's, geröſteter Cardobenedicten und anderer Kräuter, geröſteter Sägſpäne. Alle dieſe Subſtanzen, wenn ſie ſtark geröſtet und dadurch empyrevmatiſch gemacht, hierauf noch heiß auf einfache Leinwand geſchüttet und in derſelben zuſammengebunden werden, erhitzen und entzünden ſich kurze Zeit nach dem Einbinden. Mit Mehl, Spänen oder kleinen Körnern geht der Verſuch beſſer, als mit gröſſern, von ſtatten. Das empyrevmatiſche Oel, oder ſonſt die Vermiſchung mit Fett, die Zertheilung in kleine Theile und die Zuſammendückung ſcheinen hiebey weſentliche Umſtände zu ſeyn. Vor wenig Jahren entſtand in einer nahmhaften Stadt ein Brand durch die Selbſtentzündung der geröſteten und gemahlnen Eichorienwurzel, die der gemeine Mann ſtatt des Kaffe braucht.

Wir erhalten durch dieſe Entdeckungen ganz neue Warnungen gegen Unvorſichtigkeit beym Kaffebrennen, Malzdörren und andern Röſtungen, bey Bereitung der Salben, beym Kleiderwärmen, Uebereinanderlegen und Zuſammendrücken fetter Wolle, bey Bewahrung des Hanfs u. dergl.

und es iſt zu wünſchen, daß alle dieſe Gegenſtände noch genauern Unterſuchungen mögen unterworfen werden.

Gren ſyſtemat. Handbuch der geſammten Chemie, I. Th. §. 800. 801.

Beytrag zur Geſchichte der Selbſtentzündung von Herrn Buchholz in Weimar, in Crells chemiſchen Annalen, I. B. 1784. 5tes St. S. 411 u. f. 6tes St. S. 483 u. f.

Selenit, Selenites, *Sélénit*. Den Namen des Selenits führen in der Chymie alle Mittelſalze, welche aus der Vereinigung der Vitriolſäure mit einer Kalkerde entſpringen. Sie kommen mit dem natürlichen Gypſe überein, ſ. Gyps, und haben den Namen nicht, wie Macquer glaubt, von dem Worte *Sel* wegen ihrer Aehnlichkeit mit andern Salzen, ſondern von dem Marien- oder Frauenglaſe (Selenites *Plinii* et *Dioſcoridis*), das die Alten wegen ſeines matten mondähnlichen Schimmers Selenit (von σελήνη, luna) nannten.

Der Selenit gehört zwar ſeinen Beſtandtheilen nach unſtreitig zu den Salzen; aber die Vereinigung ſeiner Säure mit der Erde iſt ſo innig, daß ſeine Auflöslichkeit im Waſſer faſt ganz verlohren geht. Er erfordert bey der Siedhitze 470, und bey 50 Grad Wärme nach Fahrenheit mehr als 500 Theile Waſſer zur Auflöſung; und iſt alſo den Kennzeichen nach, die beym Worte **Salze** angeführt werden, eher zu den Erden, als zu den wahren Salzen zu zählen, daher ihn auch Bergmann **vitrioliſirten Kalk** (calx vitriolata) nennt.

Er bildet kleine nadelförmige Kryſtallen mit einer verſchiedenen Menge Kryſtalliſationswaſſer, von der auch der Grad der Durchſichtigkeit des natürlichen Gypſes abhängt. Nach Bergmann enthält der kryſtalliſirte Selenit 0,32 Kalkerde, 0,46 Vitriolſäure und 0,22 Kryſtallenwaſſer; **Kirwan** findet die Antheile von allen dreyen faſt gleich. In der Hitze verliert der Selenit ſein Kryſtalliſationswaſſer, wird unter einer Art von Aufwallen undurchſichtig und zerreiblich. In dieſem Zuſtande heißt er gebrannter Gyps, ſ. Gyps. Im heftigen Feuer oder vor dem Löthrohre

fließt er zu Glas: durch Glühen zwiſchen Kohlen erhält er die Eigenſchaft zu leuchten. Hieher gehören zum Theil die Leuchtſteine oder Lichtſauger, ſ. **Phosphorus** (Th. III. S. 480.)

Die ſelenitiſchen Materien ſind in und auf der Erde ungemein häufig anzutreffen. Ganze Hügel, Lager und Schichten beſtehen aus Gypsſtein, und es giebt nicht leicht irgend ein Brunnen- Quell- oder Flußwaſſer, bey deſſen Zerlegung man nicht einen ſtärkern oder geringern Antheil von Selenit entdecken ſollte.

Nichts zeigt die große Verſchiedenheit der Vitriolſäure von den übrigen Mineralſäuren ſo deutlich, als die Vergleichung des Selenits mit dem Kalkſalpeter und dem fixen Salmiak. Die Erde iſt in allen dieſen drey Salzen die nemliche; dennoch haben die beyden letztern, die aus der Salpeter- und Kochſalzſäure entſtehen, einen faſt ätzenden Salzgeſchmack und einen hohen Grad der Zerfließbarkeit, da hingegen das erſtere faſt ohne allen Geſchmack und beynahe unauflöslich iſt. Der Grund hievon kan doch nur darinn liegen, daß ſich die Vitriolſäure, als die einfachſte unter allen, mit der Kalkerde am vollkommenſten ſättiget und am innigſten verbindet, ſ. **Sättigung**.

Macquer chymiſches Wörterbuch Art. Selenit.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der Chemie, I. Theil §. 667. und f.

Seleniten, Mondsbewohner, ſ. Mond.

Sieden, Kochen, Fervere, Effervefcere, Ebullire, *Bouillir.* Wenn tropfbare flüßige Materien in ofnen Gefäßen dem Feuer ausgeſetzt werden, ſo nehmen ſie immer mehr empfindliche Wärme an, bis ſie endlich einen beſtimmten Grad derſelben erhalten haben. Bey dieſem Grade gerathen ſie in eine heftige Bewegung, wobey von dem Boden des Gefäßes oder von dem Theile, der dem Feuer am nächſten iſt, durchſichtige, elaſtiſche Blaſen in großer Menge aufſteigen, die an der Oberfläche zerplatzen und einen ſichtbaren Dampf bilden. Dieſe Bewegung heißt das **Sieden** oder **Kochen** des flüßigen Körpers (Ebullitio,

Ebullition, Bouillonnement). Iſt der Körper einmal in dieſe Bewegung verſetzt, ſo läſt ſich alsdann ſeine fühlbare Hitze nicht weiter verſtärken. Selbſt das heftigſte Feuer kan ihn nicht heiſſer machen, ſondern unterhält nur ſein Sieden ſo lange, bis alle flüchtige Theile in Dämpfe verwandelt ſind.

Wenn man flüßige Materien, z. B. Waſſer, in Gefäßen nach und nach erwärmt, ſo zeigen ſich ſchon lange vor dem eigentlichen Sieden eine Menge **Luftblaſen**, die ſich an die innern Wände der Gefäße anlegen, zum Theil auch in die Höhe ſteigen und an der Oberfläche zerplatzen. Bey ſtärkerer Erhitzung werden dieſe Luftblaſen immer häufiger, und brechen endlich beym Sieden ſelbſt in der gröſten Menge aus, ſo daß das Kochen der beſte Weg iſt, Waſſer, Queckſilber und mehrere Flüßigkeiten von der Luft, die ſich in ihren Zwiſchenräumen aufhält (aër poroſitatis), zu reinigen. Dies iſt aus der ſtarken Ausdehnung der Luft durch die Hitze, welche ihre ſpecifiſche Schwere vermindert, ſehr leicht zu erklären. Einige, zumal ältere, Phyſiker haben das ganze Phänomen des Siedens blos dem Auſteigen dieſer Luftblaſen zuſchreiben wollen; aber eine genauere Unterſuchung, lehrt gar bald, daß die beym Sieden aufwallenden Blaſen gröſtentheils nicht aus Luft, ſondern aus einem elaſtiſchen Dampfe beſtehen, welcher durch eine Verbindung des Feuers mit der flüßigen Materie ſelbſt erzeugt wird, und ſich in der Kälte wieder in das vorige tropfbare Fluidum verwandlet, ſ. **Dämpfe**, **Windkugel**. Das Sieden entſteht alſo durch eine wahre Verdampfung, wobey das Aufſteigen der Luftblaſen nur ein begleitender Nebenumſtand iſt (ſ. *Nollet* Recherches ſur les cauſes du bouillonnement des liquides in den Mém. de Paris 1748. p. 57. ſqq.)

Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. §. 1455.) beſchreibt, was beym Sieden des Waſſers vorgeht, auf folgende Art. „Wenn das Waſſer warm zu werden anfängt, „ſteigen anfänglich blos Luftblaſen auf. Rückt man das „Gefäß näher ans Feuer, ſo ſteigt das letztere durch mehrere Zwiſchenräume des Bodens in Geſtalt von dünnen Fäden auf, welche des Waſſers Durchſichtigkeit in etwas

„ſtören, aber ſich doch durch die ganze Maſſe verbreiten. „Zuletzt tritt das Feuer in gröſſerer Menge unter der Ge„ſtalt von flockigten Fäden (ſub forma filorum, ſpeciem „lingularum exhibentium) ein, die aber ungleichförmig „aufſteigen und aus kleinen Bläschen beſtehen. Es durch„dringt das Waſſer, erhebt es und bildet dadurch auf der „Oberfläche hin und wieder Wellen oder kleine Säulen, bis „endlich die ganze Maſſe in Bewegung geſetzt wird, und „ihre Durchſichtigkeit großentheils verliert.“ Hier ſind die äuſſern Erſcheinungen des Siedens ſehr richtig beſchrieben, nur der Gedanke, daß das, was in Geſtalt von Fäden aufſteigt, Feuer ſey, iſt hypothetiſch. Muſſchenbroek erklärt ſich darüber noch umſtändlicher. „Die Blaſen,“ ſagt er, „die am Boden entſtehen, ſind durchſichtig, und beſtehen „aus Feuer und der Art von Dampf, in welche die Waſ„ſertheilchen durch Berührung des Feuers verwandlet wer„den. Das Waſſer kan nur eine gewiſſe Menge Feuer „auflöſen; daher verbreitet ſich das überflüßige Feuer durch „die ganze Maſſe, ſtrebt durch alle Seiten, beſonders aber „durch die Oberfläche, auszugehen, und reißt aus dem Waſſer „eine Menge Theile in Geſtalt des Dampfs mit ſich fort. „Dieſer Dampf ſteigt in ſehr ungleichförmiger Menge und „Stärke auf, theils weil das Feuer ungleichförmig aus„geht, theils weil jedes Dampftheilchen von Elektricität „umhüllt ſeyn muß.“ Man ſieht in dieſer Stelle alle die mechaniſchen Urſachen vereiniget, denen man damals das Aufſteigen der Dünſte und Dämpfe zuſchrieb, Stoß des Feuers, Verwandlung in hole Bläschen, umdrehende Bewegung der Waſſertheilchen, Elektricität (ſ. Ausdünſtung Th. I. S. 209). Statt deſſen erklärt man jetzt die Verdampfung weit wahrſcheinlicher aus einer chymiſchen Verbindung der tropfbaren Flüßigkeiten mit dem Feuer.

Das Sieden iſt mit einem Geräuſch begleitet, deſſen Ton anfänglich höher und ſchwächer iſt, beym völligen Kochen aber tiefer und ſtärker wird, übrigens ſich nach der Gröſe, Geſtalt, Materie und Dicke des Gefäßes richtet. Ohne Zweifel entſteht dieſes Geräuſch vom Zerplatzen der Blaſen, die anfänglich kleiner ſind und ſich ſchneller folgen;

dagegen das völlige Sieden größere Blaſen mit langſamerer Succeſſion bildet, die einen ſtärkern, aber tiefern Ton geben.

Auſſer dem Waſſer ſieden auch über dem Feuer der Wein, Weingeiſt, Eſſig, die Milch, tropfbare Säuren und Laugen, die Oele, ſelbſt das Queckſilber; aber jede dieſer Materien bey einem andern Grade der Wärme. Die zum Sieden in ofnen Gefäßen erforderlichen Grade der Hitze werden gewöhnlich auf folgende Art angegeben:

Alkohol ſiedet	bey	176	Grad nach Fahrenheit
Gemeiner Weingeiſt		180	—
Regenwaſſer	–	212	—
Kuhmilch –	–	213	—
Meerwaſſer	–	218	—
Potaſchenlauge	–	240	—
Scheidewaſſer	–	242	—
Vitriolöl –	–	546	—
Terpentinöl	–	560	—
Leinöl, Queckſilber	–	600	—

Durch viele Verſuche ſcheint es zur Gewißheit gebracht zu ſeyn, daß zur Verdampfung einer jeden Materie ein beſtimmter Grad von freyer oder fühlbarer Wärme erfordert werde. Diejenigen Theile des flüßigen Körpers, welche dem Feuer am nächſten ſind, erhalten dieſen Grad eher, und gehen dadurch zuerſt in Dämpfe über, welche nun ihrer Leichtigkeit wegen in der übrigen flüßigen Maſſe als Blaſen in die Höhe ſteigen. Aus dieſer Erklärung des Siedens wird es ſehr begreiflich, warum ſich der flüßige Körper, wenn er einmal völlig ſiedet, nicht weiter erhitzen läſt. Nemlich alle Wärme, die man ihm über die zum Sieden nöthige mittheilt, verwendet ſich auf Erzeugung von Dämpfen, welche den Körper ſogleich verlaſſen; und in dem noch tropfbaren Rückſtande kan eine größere Hitze nicht ſtatt finden, weil ihn dieſe ſogleich in Dampf verwandlen würde. Daher behält der ſiedende tropfbare Theil einen beſtimmten und begrenzten Grad der Hitze, den man ſeine Siedhitze,

oder ſeinen **Siedpunkt** (punctum ſ. gradum ebullitionis, *degré d' ébullition*) nennet.

So nehmen flüßige Körper während ihrer Verdampfung keinen höhern Grad der fühlbaren Wärme an, aus eben dem Grunde, aus welchem feſte Körper während des Schmelzens ihre Wärme nicht ändern, ſ. **Schmelzung.** Man benützt dieſe Beſtändigkeit der Siedhitze, beſonders beym Waſſer, theils zur Beſtimmung eines feſten Punkts am Thermometer (ſ. **Thermometer**), theils zu chymiſchen Operationen, bey welchen man die Körper eine Zeitlang einer beſtimmten gleichbleibenden Hitze ausſetzen will. Zu dieſer letztern Abſicht werden die Gefäße durch ſiedendes Waſſer, in welchen ſie ſtehen, erhitzt. Man nennt dies, ſo wie jede Veranſtaltung, bey welcher die Gefäße in heiſſem Waſſer ſtehen, ein **Waſſerbad** oder **Marienbad** (balneum maris, Mariæ, *Bain-Marie*). Waſſer, das man, ſelbſt in den dünnſten Gefäßen, in kochendes Waſſer ſetzt, kan darinn nicht kochen, weil ihm das kochende Waſſer ſeines Bades höchſtens nur den Grad der Wärme mittheilen kan, den ſein noch tropfbar bleibender Theil hat, der alſo zur Verdampfung noch nicht hinreicht (ſ. *Ladisl. Chernak* Diſſ. de aqua intra aquam ferventem non ebulliente. Groning. 1775. 4.)

Es iſt aber der Satz, daß die Siedhitze jeder flüßigen Materie beſtimmt und beſtändig ſey, einigen großen Einſchränkungen unterworfen. Fürs erſte bezieht er ſich nur auf die Hitze beym ſtärkſten und völligen Sieden. Es ſteigen ſchon Luftblaſen, auch wohl Dampfblaſen, lange vorher auf, ehe die übrigen Theile der Maſſe alle die Hitze erhalten, die ſie ohne Verdampfung anzunehmen fähig ſind; daher kan die Hitze vom erſten Anfange des Siedens bis zum ſtärkſten Grade deſſelben noch merklich zunehmen. Dieſer Spielraum des Siedpunkts iſt beſonders bey den Oelen beträchtlich, welche deſto ſchwerer verdampfen, und ſich deſto mehr erhitzen, je zäher ſie ſind. Da nun das Kochen ſelbſt ihre Zähigkeit vermehrt, ſo iſt es die natürliche Folge hievon, daß ſie noch während des Siedens ſelbſt immer heiſſer werden.

Vornehmlich aber hängt der Grad der Siedhitze von dem Drucke ab, den eine kochende Materie, oder eine kochende Schicht derſelben, zu tragen hat. Denn da ſich die Dämpfe nur durch ihre Elaſticität ausdehnen und aufſteigen, ſo muß durch ſtärkern Druck von auſſen her die Verdampfung erſchwert, bey geringerm Drucke hingegen erleichtert werden. Waſſer, das an der freyen Luft zu ſieden aufhörte, fängt unter der Glocke der Luftpumpe, wenn man die Luft heraus zieht, von neuem an aufzuwallen, und ſiedet alſo bey einer geringern Wärme, wenn es weniger gedrückt wird. Herr de Sauſſure (Eſſais ſur l' hygrometrie. Eſſ. III. ch. 1. §. 186.) beſchreibt einen Verſuch von Franklin mit einer Glasröhre, an deren Enden ſich luftleere halb mit Waſſer oder Weingeiſt gefüllte Kugeln befinden. In dieſen luftleeren Kugeln iſt ſchon die bloße Wärme der Hand hinreichend, das Waſſer zum Kochen zu bringen. Eben dies ſieht man in den ſogenannten Pulshammern oder Waſſerhammern, welches luftleere hermetiſch verſchloſſene Glasröhren mit etwas Waſſer oder Weingeiſt ſind. Im Gegentheile zeigt die Papiniſche Maſchine, welchen ungemeinen Grad der Hitze das Waſſer annehmen könne, wenn ſein Aufwallen und Verdampfen durch eine äuſſere Gewalt unterdrückt wird, ſ. **Papiniſche Maſchine.**

Daß Waſſer und Weingeiſt in luftleeren Gefäßen bey ſehr geringer Wärme kochen, wird zum erſtenmale von **Huygens** (Pnevmatical experiments by Mr. *Papin*, directed by M. *Hugens* in Philoſ. Trans. num. 122. p. 544) erwähnt. Der Verſuch ſcheint um das Jahr 1673 von **Papin** angeſtellt zu ſeyn (Nouvelles experiences du vuide. Paris 1674. 4.). Das Waſſer kochte an einer Lichtflamme eine Viertelſtunde lang, ohne daß das Glas mehr als lau ward. Nicht lange hernach erfand Papin auch ſeinen Digeſtor. Man kannte alſo den Einfluß des Drucks auf die Siedhitze des Waſſers ſchon am Ende des vorigen Jahrhunderts; dennoch ſetzt **Newton** in ſeinem am Leinölthermometer beſtimmten Verzeichniße der Grade der Hitze den Siedpunkt des Waſſers ſchlechthin auf den 73ſten Grad, ohne dieſer Verſchiedenheit zu gedenken.

Im Jahre 1702 fand Amontons bey ſeinen Verſuchen, dem Thermometer feſte Punkte zu geben, den Siedpunkt des Waſſers in ofnen Gefäßen beſtimmt und unveränderlich. Er bewieß ſogar dieſe Beſtändigkeit durch eigne Verſuche, und machte ein großes Wunder daraus, daß das Waſſer, wenn es einmal ſiede, weiter nicht heiſſer werde. Allein Fahrenheit (Philoſ. Trans. num. 385. p. 179) bemerkte an ſeinen Queckſilberthermometern im Jahre 1724, daß ſchon der Druck der Atmoſphäre einen ſehr merklichen Einfluß auf den Grad der Wärme des ſiedenden Waſſers habe. Er zeigt dieſes durch eine Art von Waſſerthermometer, welches in kochendes Waſſer geſetzt, viel höher ſteht, wenn das Barometer einen hohen Stand hat; und ſchlägt vor, dieſes Thermometer ſo einzurichten, daß es im kochenden Waſſer bey 28 engl. Zoll Barometerhöhe an der tiefſten Stelle der Röhre, und bey 31 Zoll an der höchſten ſtehe, damit man es ſo als eine neue Art von Barometer gebrauchen könne.

Hieraus folgt, daß man den Siedpunkt des Waſſers, wenn er zum feſten Punkte einer Thermometerſcale dienen ſoll, allezeit bey gleichem Drucke der Luft, oder bey gleichem Barometerſtande, beſtimmen müſſe.

Da auf hohen Bergen die Luft weniger drückt, ſo muß daſelbſt das Waſſer eher ſieden und weniger Hitze annehmen, als in den Ebnen am Fuß der Berge oder am Ufer des Meers. Le Monnier (Mem. de l'acad. roy. à Paris ann. 1740. p. 131.) brachte am 6ten October 1739 ein Queckſilberthermometer, das zu Perpignan bey der Barometerhöhe 28 pariſ. Zoll 2 Lin. graduirt war, auf den Gipfel des Canigou in den Pyrenäen, wo der Barometerſtand nur 20 Zoll 2½ Lin., alſo faſt um 8 Zoll geringer, war. Als er es hier in kochendes Waſſer ſenkte, ſtand es um 9 reaumüriſche, oder um 15 deliſliſche Grade unter dem zu Perpignan bemerkten Siedpunkte. Secondat de Monteſquieux (Philoſ. Trans. num. 472.) fand die Hitze des kochenden Waſſers auf dem Pic-de-Midi um 18 fahrenheitiſche Grade geringer, als in der Stadt Bagneres, und die Hitze des ſiedenden Weingeiſts betrug auf eben dieſem

Berge nur 160 fahrenheitiſche Grade, da ſie in Bourdeaux deren 173 betragen hatte.

Herr de Lüc (Recherches ſur les modificat. de l'atmoſphère To. I. §. 450 a. ſqq.) hat dieſen Gegenſtand mit ſeiner gewöhnlichen Genauigkeit durch eigne neue Erfahrungen ſchärfer unterſucht. Auf einer Reiſe von Genf nach Genua im Jahre 1762 beobachtete er die Wärme des ſiedenden Waſſers an zehn Orten, und auf der Rückreiſe an 16 Orten von ſehr verſchiedenen Höhen mit einerley Thermometer, an welchem der Abſtand des jedesmaligen Siedpunkts vom Eispunkte durch einen Faden auf einem getheilten Maaßſtabe gemeſſen ward. Die Vergleichung der Reſultate zeigte, daß die Unterſchiede der Siedhitze den Unterſchieden der Barometerhöhe nicht genau proportional ſind, daß vielmehr bey gleichförmig abnehmender Barometerhöhe der Grad der Siedhitze in der Folge ſtärker, als im Anfange, abnimmt. Inzwiſchen traute Herr de Lüc ſeinen Beſtimmungen nicht Schärfe genug zu, um das wahre Geſetz, nach welchem ſich dieſe Unterſchiede richten, genau daraus herleiten zu können, und ſetzte daher im Durchſchnitte beyde Unterſchiede proportional, welches auch eben keinen beträchtlichen Fehler veranlaſſet, wenn man blos die Berichtigung des Siedpunkts der gewöhnlichen Thermometer zur Abſicht hat.

Nun fand er im Monat May 1762

	Barometerſtand	Abſtand des Sied- und Eispunkts.
zu Turin - -	$328\frac{3}{4}$ Lin. -	822 Theile des Maaßſt.
auf dem Mont Cenis	$273\frac{1}{4}$ — -	782
Unterſchied	$55\frac{1}{2}$ Lin.	40 Theile
im Monat Auguſt		
zu Genua - -	341 Lin. -	829 Theile
zu Tovet-deſſus -	$263\frac{1}{4}$ — -	773
Unterſchied	$77\frac{3}{4}$ Lin.	56 Theile.

Im Durchſchnitte verhalten ſich alſo die Unterſchiede der Barometerhöhen in Linien zu den Unterſchieden der Ab-

ſtände des Siedpunkts vom Eispunkte in Theilen des Maaßſtabs, wie $55\frac{1}{2} + 77\frac{3}{4} : 40 + 56$, das iſt wie $133\frac{1}{4} : 96$, und eine Linie Barometerfall erniedrigt den Siedpunkt des Thermometers um $\frac{96}{133,25}$ d. i. um 0, 72 Theile des Maaßſtabs.

Setzt man mit Herrn de Lüc ein für allemal feſt, daß der Siedpunkt aller Thermometer bey 27 pariſer Zoll (324 Lin.) Barometerhöhe beſtimmt werden ſolle, ſo wird für dieſe Normal-barometerhöhe (welche um 17 Lin. geringer iſt, als die beobachtete zu Genua), der Abſtand des Siedpunkts $829 - 17 \cdot 0{,}72 = 816{,}8$ Theile des delücſchen Maaßſtabes betragen. Von dieſem Fundamentalabſtande machen 0, 72 Theile des Maaßſtabes den 1134ſten Theil aus. Daher erniedrigt eine pariſer Linie Barometerfall den Siedpunkt des Thermometers um $\frac{1}{1134}$ desjenigen Fundamentalabſtands, den man bey 27 Zoll Barometerhöhe gefunden hat, welches an der fahrenheitiſchen in 180 Grade getheilten Scale $\frac{180}{1134}$ oder $\frac{10}{63}$ Grad austrägt. Demnach ändert ſich der Siedpunkt bey der Barometerveränderung von 27 bis 28 Zoll um $1\frac{20}{63}$ oder um 1, 9 fahrenheitiſche Grade.

Kocht man z. B. Waſſer an einem Tage oder Orte, wo das Barometer 28 Zoll hoch ſteht, ſo ſiedet es erſt alsdann völlig, wenn ein bey 27 Zoll Barometerhöhe graduirtes Thermometer darinn 213, 9 fahrenheitiſche Grade zeigt. Oder zeigt das Barometer auf einem Berge nur 20 Zoll, ſo kocht das Waſſer ſchon bey $212 - 7 \cdot 1{,}9 = 198{,}7$ Grad Wärme an einem ſolchen Thermometer.

Gebraucht man aber Thermometer, deren Siedpunkte bey andern Barometerhöhen beſtimmt ſind, welche von 27 Zoll um $\pm$ a Lin. abweichen, ſo muß man bedenken, daß der Fundamentalabſtand dieſer Thermometer ſelbſt um $\frac{a}{1134}$ des vorigen Abſtands größer oder kleiner iſt, oder

1134 $\pm$ a beträgt, wenn der vorige 1134 betrug. Was alſo $\frac{1}{1134}$ des vorigen war, iſt $\frac{1}{1134 \pm a}$ des jetzigen. Daher erniedrigt eine pariſer Linie Barometerfall den Siedpunkt überhaupt um $\frac{1}{1134 \pm a}$ des auf dem Thermometer befindlichen Abſtands zwiſchen Sied- und Eispunkt. Dies iſt Herrn de Lüc erſte Regel.

Ex. Nach Maſkelyne (Philoſ. Trans. Vol. LXIV. P. I. n. 20.) bezeichnen die engliſchen Künſtler den Siedpunkt, wenn das Barometer bey 30 engl. Zoll (d. i. bey 28 Zoll 1, 8 Lin. pariſer Maaß, oder 13, 8 Lin. höher, als 27 Zoll) ſteht. Für ein ſolches Thermometer iſt alſo a = + 13, 8. Einer pariſer Linie Barometerveränderung kömmt auf ihm $\frac{1}{1134+13,8}$ oder etwa $\frac{1}{1148}$ Aenderung des Siedpunkts zu. Für die fahrenheitiſche Scale beträgt dies $\frac{180}{1148} = \frac{45}{287}$ Grad. Steht nun das Barometer nur bey 27 pariſer Zoll, oder 13, 8 Lin. niedriger, als bey der Verfertigung des engliſchen Thermometers, ſo kocht das Waſſer ſchon, wenn das Thermometer 13, 8. $\frac{45}{287}$ = 2, 16 Grad unter 212 ſteht. So kömmt der Siedpunkt der delücſchen Thermometer mit 209,84 oder faſt mit dem 210ten der engliſchen überein.

Herr de Luc behandlet in einer eignen ſeinem Werke eingerückten Abhandlung (Recherches ſur les modif. de l'atm. To. II. §. 857 ſqq. der Ueberſetz. II. B. S. 418 u. f.) dieſen Gegenſtand noch genauer, beſchreibt einen eignen Apparat zu Unterſuchung der Siedhitze des Waſſers auf Bergen, und meldet, ſeine Regel treffe bey großen Aenderungen des Barometerſtandes nicht mehr zu. Dies zeigt ſchon Le Monnier's Verſuch auf dem Canigou, wo

der Siedpunkt der Regel gemäß um $\frac{96.150}{1134} = 12,7$ de l'isliſche Grade tiefer ſtehen ſollte, in der That aber um 15 ſolcher Grade niedriger gefunden ward. Bey einem bis auf 2 Zoll Queckſilberhöhe verminderten Drucke giebt die Regel die Siedhitze $= 80 - \frac{300.80}{1134} = 58,9$ Grad der Scale von 80 Graden: aber bey Herrn Lichtenbergs Verſuche (Magazin für d. Neuſte a. d. Phyſ. II. B. 1ſtes St. S. 219.) kochte das Waſſer, wenn der Druck der Luft bis auf zwey Zoll vermindert war, ſchon bey 32 Grad dieſer Scale.

Herr de Luc ordnet alſo ſeine Beobachtungen, ſucht das Geſetz auf, nach welchem die Siedhitze bey ſelbigen vom Barometerſtande abzuhängen ſcheint, und findet endlich folgende Formel (wo b den Barometerſtand in Sechszehntheilen der pariſer Linie bedeutet, und die Siedhitze in Graden der bey 27 Zoll Barometerhöhe beſtimmten Scale von 80 Graden ausgedrückt wird)

O.) $\text{Siedhitze} = \frac{99}{2} \log b - 103,87$

Ex. Die Barometerhöhe ſey 28 Zoll 1, 8 Lin. alſo b = 5404, 8 Lin. Man nehme hievon den Logarithmen hundertfach

$$\begin{array}{rrl} 100 \log b & = & 373,27796 \\ \log b & = & 3,73278 \\ \hline 99 \log b & = & 369,54518 \\ \hline \frac{99}{2} \log b & = & 184,77259 \\ & - & 103,87 \\ \hline \text{Siedhitze} & = & 80,90 \text{ Grad.} \end{array}$$

Noch leichter wird alles, wenn man b nicht in Sechszehntheilchen, ſondern in ganzen Linien und Decimaltheilen ausdrückt. In der Formel ändert ſich dadurch nur dies, daß ſtatt 103, 87 jetzt 44, 266 abgezogen werden muß.

Herr de Luc giebt noch eine andere Formel, die ſich auf Betrachtung der phyſiſchen Urſachen des Phänomens, auf einen äuſſerſt mühſamen Verſuch, und auf ein paar angenommene Sätze gründet. Die Urſachen der verſchiedenen Siedhitze ſind, weil die Hitze, in der das Waſſer kochen ſollte, durch den Druck der Luft vergrößert, und zugleich durch den Verluſt an Wärme, den die der Luft ausgeſetzte Oberfläche leidet, vermindert wird. Der Verſuch ward mit einem von Herrn de Luc ſelbſt bereiteten Waſſerthermometer angeſtellt, das unglaubliche Arbeit erforderte. Dadurch zeigten ſich die Größen der Veränderung durch Druck allein, ohne Verluſt der Wärme. Ohne allen Druck und Verluſt kochte das Waſſer bey 78 Grad. Angenommen ward, die Verſtärkung der Siedhitze durch den Druck verhalte ſich direct, und der Verluſt umgekehrt, wie der Druck. Die Unterſuchung führt endlich auf nachſtehende Formel (wo b den Barometerſtand in Linien bedeutet.)

$$\text{D.) Siedhitze} = 78 + 0{,}03642\,b - \frac{3175{,}2}{b}\ \text{Grad.}$$

Ex. Wenn b = 28 Zoll 1, 8 Lin = 337, 8 iſt, ſo wird der Formel zweytes Glied = 12, 303, das dritte = 9, 4; alſo die Siedhitze = 78 + 12, 303 — 9, 4 = 80, 9 Grad, wie oben.

Die beyden Formeln ☉) und ☾.) treffen für Barometerſtände von 28 Zoll 3 Lin. bis 19 Zoll ziemlich genau zuſammen, wie die von de Luc §. 1088 mitgetheilte Tabelle zeigt. Für ſehr niedrige Barometerſtände würden ſie ſich freylich anſehnlich von einander entfernen. In der Strenge alſo können unmöglich beyde wahr ſeyn; ob man gleich für die Grenzen der gewöhnlichen Beobachtungen mit jeder ausreicht.

Herr Luz (Vollſt. Anweiſung, Thermometer zu verfertigen, Nürnb. 1781. gr. 8.) hat aus ihnen folgende Tabelle berechnet

b	Siedhitze	b	Siedhitze	b	Siedhitze
336	80, 78	324	80, 00	313	79, 26
335	80, 72	323	79, 93	312	79, 19
334	80, 65	322	79, 87	311	79, 12
333	80, 59	321	79, 80	310	79, 05
332	80, 53	320	79, 73	309	78, 98
331	80, 46	319	79, 67	308	78, 91
330	80, 40	318	79, 60	307	78, 84
329	80, 33	317	79, 53	306	78, 77
328	80, 26	316	79, 46	305	78, 70
327	80, 20	315	79, 40	304	78, 63
326	80, 13	314	79, 33	303	78, 66
325	80, 7				

Der Siedpunkt der engliſchen Thermometer ſteht nach dieſen Formeln um 0, 9 reaumüriſche, d. i. um 2, 02 fahrenheitiſche Grade höher, als der an de Lücs Thermometern. Daher trift eigentlich 209, 98 an jenen mit 80 an dieſen überein. Horsley (Philoſ. Trans. Vol. LXIV. n. 30.) findet 209, 989. Es läſt ſich ohne Bedenken 210 dafür annehmen.

Berechnet man die Siedhitze für 29½ und 30½ engl. Zoll (d. i. für 332, 15 und 343, 43 par. Lin.), ſo findet man ſie 80, 54 und 81, 25 Grad. Der Unterſchied macht 0, 71 Grad nach der reaumüriſchen, d. i. $\frac{9}{4} . 0,71 = 1,59$ nach der fahrenheitiſchen Scale aus (Eben ſo iſt es Philoſ. Trans. Vol. LXVII. P. II. n. 37. angegeben). Um dieſen Barometerſtand herum ändert ſich alſo der Siedpunkt etwa um 0, 114. 1, 59 = 0, 181 fahrenheit. Grad d. i. um $\frac{1}{1000}$ des ganzen Abſtands zwiſchen Sied- und Eispunkt, ſo oft ſich das Barometer um 0, 114 engl. Zoll ändert.

Die Anwendung hievon auf die Beſtimmung eines richtigen Siedpunkts wird beym Worte Thermometer unter dem Abſchnitte von der Beſtimmung der feſten Punkte angeführt werden.

Bey großen Verſtärkungen des Drucks nimmt das Waſſer ungemein beträchtliche Grade der Hitze an. Muſ-

ſchenbroek erzählt (Introduct. To. II. §. 1473.), er habe in einem ſtarken papiniſchen Digeſtor das Waſſer dergeſtalt erhitzt, daß Zinn und Bley an kupfernen Dräthen befeſtiget darinn geſchmolzen ſey, wozu eine Hitze von 400 bis 540 fahrenheitiſchen Graden erfordert wird.

Da die Siedhitze durch den Druck vergrößert wird, ſo müſſen in einem Gefäße voll Waſſer, wenn es vollkommen ſiedet, die untern Schichten heiſſer, als die obern, werden, weil ſie das Gewicht der obern mit tragen, und alſo ſtärker als dieſe, gedrückt werden. Würde die ganze Maſſe gleichförmig erhitzt, ſo müſten die obern Schichten auch eher zum völligen Kochen gelangen, als die untern, bey welchen der ſtärkere Druck die Verdampfung mehr hindert. Da man aber eine gleichförmige Erhitzung faſt nie bewirken kan, ſo fangen diejenigen Theile zuerſt an zu kochen, die dem Feuer am nächſten ſind, und daher am ſchnellſten erhitzt werden, welches gewöhnlich die untern Theile ſind.

Ariſtoteles (Problemat. Sect. XXIII. §. 5.) bemerkt ſchon, daß man ein dünnes Gefäß mit kochendem Waſſer vom Feuer wegnehmen und am Boden mit der Hand angreifen könne, ohne ſich zu verbrennen. Die Beobachtung iſt richtig, und wird in den Schriften der pariſer Akademie (Hiſt. de l'acad. roy. 1703. p. 30.) wieder angeführt, mit dem Zuſatze, daß das Gefäß groß und der Boden ſehr dünn ſeyn müſſe, auch daß die Hand nur ſo lang unbeſchädigt bleibe, als das Kochen des Waſſers noch anhält. Unmittelbar nach dem Aufhören des Kochens wird der Boden unerträglich heiß. Homberg erklärt dieſes Phänomen ſehr carteſianiſch aus der Richtung der Feuertheile, die wie ſpitzige Pfeile durch Gefäß und Waſſer blos von unten hinauf gehen, alſo die Hand nicht eher verletzen können, als bis das Kochen aufhört und die Wege verſtopft werden, welches die Pfeile nöthigt ſich wieder nach allen Seiten, alſo auch herunter und gegen die Hand zu wenden. Eben das ſagen auch Nollet, Muſſchenbroek, Briſſon u. a. Wahrſcheinlicher möchte folgende Erklärung ſeyn. Die einmal thätig gewordene Anziehung des Waſſers gegen den

Wärmeſtoff wirkt noch eine Zeit lang fort, ſo, daß die Verdampfung nicht gleich und plötzlich aufhören kan. Weil aber von auſſen kein Feuer mehr hinzukömmt, ſo wird zu dieſer Verdampfung dasjenige mit verwendet, was ſich vorher im Boden des Gefäßes, als freye Wärme, aufhielt. Daher kan dieſer Boden der Hand wenig fühlbare Wärme mittheilen, d. h. er kan ſie nicht brennen, bis das Kochen aufhört, und die dazu nöthige Verwendung oder Bindung der Wärme des Bodens wegfällt. Iſt aber der Boden allzu dick, ſo können ſich die Folgen dieſer Operation, welche an der innern Fläche vorgeht, nicht bis zur äuſſern erſtrecken, daher dieſe ihre ganze fühlbare Wärme behält und der Hand mittheilt.

v. Muſſchenbroek Introd. ad Philoſ. nat. To. II. §. 1455. ſqq.

de Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre rc. a. d. franz. Leipzig 1778. gr. 8. Th. I. S. 600. Th. II. S. 427. u. f. 501. u. f.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, Vierte Auflage, §. 435. 436.

Siedpunkt, ſ. Sieden, Thermometer.

Silber, Argentum, *Argent.* Das Silber iſt ein vollkommnes Metall von weiſſer Farbe und einem ſehr ſchönen Glanze. Es iſt von den ältern Chymiſten Luna oder Diana genannt, und mit ☾ bezeichnet worden. Sein eigenthümliches Gewicht iſt zwar beträchtlich, doch faſt um die Helfte geringer, als das Gewicht des Goldes. Es wird von Bergmann 10, 552 mal größer, als das Gewicht des Waſſers, angegeben, ſo daß ein pariſer Cubikſchuh von dieſem Metall etwa 735 Pfund wiegt. Seine Dehnbarkeit iſt ungemein groß, und es laſſen ſich daraus die feinſten Blättchen und dünnſten Dräthe bereiten. Die Feſtigkeit des Silbers nahm man ſonſt für geringer an, als die des Goldes, weil nach Muſſchenbroeks Verſuchen ein Silberdrath von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmeſſer nur 270 Pfund tragen konnte, da ein gleich dicker Golddrath auf 500 Pfund trug. Aber ſchon die beym Worte Cohä-

ſion angeführten Verſuche mit gegoſſenen Parallelepipedis zeigen, daß die Feſtigkeit des Silbers größer ſey; und die genauern Unterſuchungen des Herrn Grafen von Sickingen (Verſuche über die Platina. Mannheim 1782. 8. S. 115 u. f.), welche überhaupt von der Feſtigkeit der Metalle ganz andere Begriffe geben, haben gezeigt, daß ein Silberfaden von $\frac{1}{10}$ Lin. Dicke und 2 Fuß Länge erſt von 20 Pfund 11 Unzen reißt, da ein gleichgroßer Goldfaden nur 16 Pfund 9 Unzen trägt.

Das Silber iſt ſehr feuerbeſtändig. Es wird im Feuer zuerſt glühend, und ſchmelzt alsdann bey der Weisglühhitze, die man auf 1000 fahrenheitiſche Grade ſchätzt. Aber es leidet dabey ſehr wenig Abgang. **Kunkel** fand es zwar nach einer monatlangen Schmelzung um einige Grane vermindert, aber er ſchreibt dieſe Verminderung blos dem Abgange einer fremden Materie zu. Dennoch fand **Macquer**, daß das Silber in dem Brennpunkte großer Brenngläſer in Dämpfen aufgetrieben wird, die eine darüber gehaltene Goldplatte überſilbern. **Tillet** hat auch im Ofenfeuer, und **Ehrmann** (Verſuch einer Schmelzkunſt ꝛc. Strasburg, 1786. gr. 8. § 63.) beym Schmelzen vor dem Löthrohre mit dephlogiſtiſirter Luft ein Verfliegen des Silbers wahrgenommen. Beym Zugange der Luft zeigt ſich das Silber im Feuer unverbrennlich, und obgleich **Junker** behauptet, er habe es durch anhaltendes Reverberiren in eine verglaſungsfähige Aſche verwandlet, ſo ſind doch zur Beſtätigung hievon noch anderweite Verſuche nöthig. Dieſer Feuerbeſtändigkeit halber gehört das Silber unſtreitig zu den vollkommnen oder edlen Metallen. Auch Luft und Waſſer wirken nicht auf daſſelbe; brennbare Dämpfe aber greifen ſeine Oberfläche an, und überziehen ſie mit mancherley Farben.

Alle mineraliſche Säuren löſen das Silber auf, am leichteſten unter allen die Salpeterſäure, die es auch ſchon in der Kälte mit Erhitzung, Aufbrauſen und Entwicklung vieler nitröſen Luft angreift. Die Auflöſung iſt völlig klar und ungefärbt; nur wenn das aufgelöſte Silber Kupfer enthalten hat, iſt ſie grünlich. Sie hat viel Aetzkraft, färbt

die Haut ſchwarz, und wenn ſie verdünnt iſt, purpurroth. Die in ſtarker Salpeterſäure gemachte Silberauflöſung giebt abgeraucht ein weiſſes ſchuppenförmiges ätzendes Salz, die **Silberkryſtallen** oder den **Silberſalpeter**, welcher bey ſehr gelinder Wärme zerfließt und durch den Verluſt ſeines Kryſtalliſationswaſſers ſchwarz wird. Durchs Erkalten entſteht hieraus der **Höllenſtein** oder **Silberätzſtein** (lapis infernalis, cauſticum lunare), deſſen Gebrauch in der Wundarzneykunſt bekannt iſt. Die Laugenſalze ſchlagen aus der Silberauflöſung **Silberkalke** nieder; der mit Kalkwaſſer gefällte Silberkalk giebt mit ätzendem Salmiakgeiſt bearbeitet, das **Knallſilber**, wovon ein eigner Artikel handlet.

Die Vitriolſäure verbindet ſich mit dem reguliniſchen Silber nur, wenn ſie concentrirt iſt, und im Sieden, wobey ſich Schwefelluft entwickelt. Die Auflöſung ſchießt beym Erkalten zu kleinen nadelförmigen weiſſen Kryſtallen, dem **Silbervitriol**, an. Ob nun gleich das Silber von der Vitriolſäure ſchwerer aufgelöſet wird, als von der Salpeterſäure, ſo iſt doch der Silberkalk mit jener näher verwandt. Denn aus der Silberauflöſung in Salpeterſäure wird durch Vitriolſäure, und durch alle vitrioliſche Mittelſalze, ein Silbervitriol niedergeſchlagen.

Die gemeine Salzſäure greift das Silber nicht an; dennoch ſchlägt ſie daſſelbe aus der Auflöſung in Salpeterſäure unter der Geſtalt des Hornſilbers nieder. Dieſe ſonſt räthſelhaften Erſcheinungen der Vitriol- und gemeinen Salzſäure erklären ſich jetzt ſehr leicht aus ihrer ſtarken Sättigung mit Phlogiſton, ſ. **Salzſäure**. Die Richtigkeit dieſer Erklärung beſtätigt ſich dadurch, daß die dephlogiſtiſirte Salzſäure das reguliniſche Silber wirklich ſehr leicht auflöſet. Das **Hornſilber** (luna cornua, argentum ſalitum) zeigt ſich in der Silberauflöſung, wenn man Salzgeiſt, oder auch ſalzſaure Neutral- und Mittelſalze hineintröpfelt, zuerſt als ein weiſſer flockiger Niederſchlag, der am Lichte bald ſchwarz wird, im Waſſer ſchweraufflöslich iſt, in der Wärme aber bald zu einer bräunlichgrauen halbdurchſichtigen Subſtanz zerfließt, die ſich, wie Horn, bie-

gen und ſchneiden läſt. In dieſem Hornſilber hängt die Salzſäure mit dem Silber ſehr ſtark zuſammen, und kan nur auf dem troknen Wege durch einige mühſame Reductionsarten, vornehmlich durch die fixen Laugenſalze, davon geſchieden werden, wodurch man das Silber in ſeiner gröſten Feinheit erhält.

Die Auflöſung des Silbers in Salpeterſäure dient als ein Mittel, die Gegenwart der Salz- und Vitriolſäure bey Unterſuchung der mineraliſchen Waſſer zu entdecken, weil ſie aus denſelben ſogleich und mit vieler Leichtigkeit ein Hornſilber oder einen Silbervitriol nitderſchlägt, deren Menge ſich, wie die Menge der vorhandenen Säure, verhält. Durch einige Metalle, die mit der Salpeterſäure in näherer Verwandſchaft ſtehen, vorzüglich durch Kupfer, wird das Silber aus ſeiner ſalpeterſauren Auflöſung in metalliſcher Geſtalt niedergeſchlagen.

Die meiſten übrigen Säuren löſen zwar den Silberkalk, nicht aber das reguliniſche Silber, auf. Die fixen Laugenſalze greifen weder das Silber, noch ſeinen Kalk an; das flüchtige aber löſet den leztern vollkommen auf.

Der Schwefel verbindet ſich mit dem Silber im Schmelzen ſehr leicht, und bildet damit ein künſtliches Glaserz, das im Gießen ſehr feine Eindrücke annimmt, und durchs Röſten, d. i. durch die Wirkung des Feuers an freyer Luft, oder durchs Verpuffen mit Salpeter, das Silber unverändert zurückläſt. Auch die Schwefelleber löſet durch Schmelzung das Silber auf, und macht es mit ſich im Waſſer auflöslich. Schwefelleber auf naſſem Wege und hepatiſche Luft machen das metalliſche Silber ſchwarz.

Das Silber kan ſich mit allen Metallen verbinden. Vornehmlich wird es zu Münzen und Kunſtarbeiten mit Kupfer verſezt, auch dem Golde beygemiſcht. Das Bley bemächtiget ſich des Silbers ſehr leicht, wenn das leztere mit andern Metallen, z. B. Kupfer oder Eiſen vermiſcht iſt; daher bedient man ſich des Bleys, um das Silber durch Saigern und Feinbrennen von dieſen Beymiſchungen zu reinigen. Vom Bleye ſelbſt wird es durch Abtreiben, d. i. durch Verſchlackung des Bleyes im Feuer geſchieden, wobey

das Silber, als ein edles Metall, rein und unverändert zurückbleibt.

Man findet dieſes Metall in der Erde theils gediegen, theils vererzt. Das gediegene oder gewachſene Silber iſt gewöhnlich mit etwas wenigem Golde und Kupfer vermiſcht. Weit öfter aber findet ſich das Silber durch Schwefel und durch Arſenik vererzet. Das **Glaserz** iſt eine Verbindung des Silbers mit dem Schwefel, die keine beſtimmte Geſtalt, und faſt die Farbe, Weiche und Schmelzbarkeit des Bleyes hat. Im **Hornerze** iſt das Silber mit Salzſäure verbunden, und im **Rothgüldenerze** durch Arſenik und etwas Schwefel vererzt. Das **Weißerz** iſt durch Eiſen und Arſenik, das **Weißgüldenerz** durch geſchwefeltes Kupfer, Eiſen und Arſenik, das **Fahlerz** durch geſchwefeltes und arſenicirtes Kupfer, das **Silberfedererz** durch Schwefel und Spießglas vererztes Silber. Auſſer dieſen Erzen findet ſich das Silber noch in einer Menge anderer Erze, welche aber von andern Metallen oder Halbmetallen mehr, als vom Silber, enthalten, alſo auch den Namen der Silbererze nicht führen. Dahin gehören der Bleyglanz, die ſilberhaltige Pechblende, die ſilberreichen Kobalte u. a.

Das Silber dient nicht allein gemünzt zur bequemen Darſtellung des Werths aller menſchlichen Bedürfniße, ſondern es wird auch ſeiner Schönheit und Dauerhaftigkeit halber häufig zu Geräthſchaften und Schmuck verarbeitet, und zu Verſilberungen gebraucht, um die Oberflächen anderer Körper zu verſchönern und beſſer gegen Luft und Waſſer zu bewahren. Auſſerdem wird es auch zum Löthen der Gold- Silber- und Stahlarbeiten und zur Bereitung des in der Wundarzneykunſt dienlichen Höllenſteins genützt.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Silber, Silbererze.

Sinne, Senſus, *Sens*. Man verſteht unter den Sinnen überhaupt diejenigen Fähigkeiten und Einrichtungen im menſchlichen und thieriſchen Körper, durch welche fremde Körper Eindrücke auf ihn machen, und damit über-

einſtimmende Empfindungen und Vorſtellungen in der Seele hervorbringen. Bekanntermaſſen zählt man fünf Sinne, von welchen die Artikel: Geſicht, Gehör, Gefühl, Geruch, Geſchmack nachzuſehen ſind. Die im Körper befindlichen zu dieſem Gebrauche beſtimmten Organe heiſſen **Werkzeuge der Sinne** (organa ſenſuum). Wir finden, daß alle Sinne die auf ſie gemachten Eindrücke durch die **Nerven** ins Gehirn fortpflanzen; wie ſie aber hier der Seele überliefert und von derſelben empfunden, geordnet, aufbehalten werden u. ſ. w., iſt für uns ein unerforſchliches Geheimniß.

Niemand wird zweifeln, daß an ſich mehr Sinne, als die bekannten fünf, möglich ſind. So kan es Eigenſchaften und Verhältniße der Körper geben, die uns ganz unbekannt bleiben, weil uns der nöthige Sinn mangelt, ſie wahrzunehmen. Wahrſcheinlich ſind die **Fühlhörner** und **Fühlfäden** der Inſekten und Gewürme ſinnliche Werkzeuge, ob wir gleich den Sinn nicht beſtimmen können, dem ſie zugehören. Niemals alſo können wir verſichert ſeyn, die ganze und wirkliche Körperwelt zu kennen. Der ſinnliche Schein ſtellt uns nie die Körper ſelbſt, ſondern nur ihre Verhältniße zu unſern fünf Sinnen dar.

Solſtitialpunkte, ſ. **Sonnenwenden**.

Solution, ſ. **Auflöſung**.

Sommer, Aeſtas, *Eté*. Eine der vier Jahrszeiten, welche zwiſchen den Frühling und Herbſt fällt, vom längſten Tage anfängt, an welchem die Sonne im Mittage den höchſten Stand erreicht, und ſich mit dem Tage der Herbſtnachtgleiche endigt. Der Eintritt der Sonne in den Krebs beſtimmt in unſern Ländern den Anfang, und der in die Wage das Ende des Sommers. Alſo fängt dieſe Jahrszeit bey uns um den 21 Jun. mit dem längſten Tage an, und hört um den 23 September mit der Nachtgleiche auf, ſ. **Ekliptik**.

In der ſüdlichen gemäßigten Zone ſteht die Sonne im Mittage am höchſten, und der Tag iſt am längſten, um

die Zeit ihres Eintritts in den Steinbock. Hier fängt alſo der Sommer mit dem längſten Tage am 21 Dec. an, und endigt ſich mit der Nachtgleiche um den 20 März.

In der heiſſen Zone giebt es jährlich zween Tage, an welchen die Sonne durch den Scheitel geht, und alſo im Mittage den höchſten möglichen Stand erreicht. Einer dieſer Tage fällt vor ihrem Eintritte in den Krebs oder Steinbock, der andere nach demſelben. Wollte man hiernach den Anfang des Sommers beſtimmen, ſo würde es für dieſe Orte jährlich zween Sommer geben. Aber es iſt ſchon bey dem Worte **Jahrszeiten** bemerkt, daß ſich dieſe Abtheilungen auf die Orte der heiſſen Zone nicht anwenden laſſen.

Auch bey uns verſteht man im gemeinen Leben, wo die Namen der Jahrszeiten nicht ſo genau auf den Stand der Sonne bezogen werden, unter dem Sommer die Zeit, binnen welcher die Tage am längſten ſind, und die ſtärkere Sonnenwärme die Früchte zur Reife bringt.

Sommerpunkt, Punctum ſolſtitii æſtivi, *Solſtice d'été.* Derjenige Punkt der Ekliptik, in welchem die Sonne bey ihrem ſcheinbaren jährlichen Umlaufe die gröſte nördliche Abweichung hat, und in den ſie um den 21 Jun. oder zu Anfange unſers Sommers tritt. Weil ſie in dieſem Punkte dem Nordpole am nächſten ſteht, ſo erreicht ſie alsdann für die Orte der nördlichen gemäßigten Zone die gröſte Mittagshöhe und giebt den Bewohnern derſelben den längſten Tag und die kürzeſte Nacht. Dieſer Punkt iſt der Anfang vom Zeichen des Krebſes, obſchon das Sternbild des Krebſes dieſen Ort verlaſſen hat, und der Sommerpunkt anjetzt in das Bild der Zwillinge, nahe vor die Füße des Caſtor, fällt. Dieſer Punkt iſt vom Frühlingspunkte, oder vom Anfange der Ekliptik und des Aequators, um 90° öſtlich entfernt; daher beträgt ſeine Länge und gerade Aufſteigung 90° oder 3 Zeichen; ſeine Abweichung aber iſt nördlich und der Schiefe der Ekliptik gleich, ſ. **Schiefe der Ekliptik.** Durch dieſen Punkt geht mit dem Aequator parallel der Wendekreis des Krebſes, ſ. **Wendekreiſe.**

Sommerſonnenwende, ſ. Sonnenwenden.

Sonne, Sol, *Soleil*. Die Sonne iſt der hellſte, glänzendſte und für uns der wichtigſte unter allen den Weltkörpern, die wir am Himmel wahrnehmen. Ihre Gegenwart über dem Horizonte verbreitet über die Erdfläche das Licht des Tages, vor deſſen Glanze alle andern Geſtirne verſchwinden; ihre Verbergung unter dem Horizonte veranlaßet die Dunkelheit der Nacht. Ihre Stralen erregen in den Körpern, die ihnen ausgeſetzt ſind, eine fühlbare Wärme, welche zur Erhaltung und zum Wachsthum der organiſirten Schöpfung unentbehrlich iſt. Dieſe Wärme wird deſto ſtärker, je länger die Körper der Sonne ausgeſetzt bleiben, je mehr Stralen ihre Flächen auffaſſen, und je mehr ſich der Einfallswinkel dieſer Stralen der Größe des rechten Winkels nähert. Daher wird der verſchiedene Stand der Sonne gegen die Orte der Erdfläche zugleich die Urſache der abwechſelnden Taglängen, Jahrszeiten und Temperaturen, wovon die jährlich wiederkehrende Fruchtbarkeit des Bodens, die Eintheilung der Zeit, die Beſchaffenheit des Klima und überhaupt ein unbeſchreiblich großer Theil der menſchlichen Wohlfahrt abhängt.

Die neuere Sternkunde lehrt, daß die Sonne nicht allein unſere Erde, ſondern auch die übrigen Planeten und deren ſämmtliche Monden oder Begleiter erleuchte. Sie zeigt auch, daß alle dieſe Körper, ſammt den Kometen mit einander ein einziges Syſtem bilden, in welchem die Sonne den vorzüglichſten Platz einnimmt, und in der Mitte in einem Punkte ruht, um welchen die übrigen Hauptkörper, als untergeordnete, in beſtimmten Laufbahnen umgetrieben werden, ſ. Weltſyſtem. Die Sonne iſt alſo der vornehmſte Körper dieſes ganzen Syſtems, und für alle übrigen die Quelle des Lichts, wahrſcheinlich auch die Quelle der Wärme und Fruchtbarkeit.

Den Augen der Erdbewohner ſtellt ſich die Sonne als eine kreisrunde Scheibe dar, deren Glanz aber zu lebhaft iſt, als daß ſie das bloße Auge ohne Gefahr der Beſchädi-

digung betrachten könnte. Von den Mitteln, ſie zu beobachten, und den Flecken, die man alsdann auf ihrer Fläche wahrnimmt, ſ. den Artickel **Sonnenflecken**. Man hat aus den Bewegungen dieſer Flecken geſchloſſen, daß ſich die Sonne in $25\frac{1}{2}$ Tagen um ihre Axe drehe. Weil ſie hiebey immer kreisrund erſcheint, ſo muß ſie eine **Kugel** ſeyn, indem die Eigenſchaft, in allen Lagen als ein Kreis zu erſcheinen, unter allen Körpern nur der Kugel allein zukömmt.

Die Sonne ſcheint nicht nur mit den übrigen Geſtirnen der **täglichen Bewegung** zu folgen, ſondern ſie verändert auch ihren Ort unter den Fixſternen unaufhörlich, und zeigt alſo eine **eigne Bewegung**, nach welcher ihr Mittelpunkt langſam von Abend gegen Morgen fortzurücken, und in der Zeit eines Jahres einen völligen Umlauf um den Himmel zu vollenden ſcheint. Der Weg, den dieſer Mittelpunkt hiebey zurücklegt, ſtellt ſich als ein gröſter Kreis der Himmelskugel dar, und führt den Namen der **Ekliptik** oder **Sonnenbahn**, ſ. **Ekliptik**.

Um ſich die jährliche Bewegung der Sonne, verbunden mit der täglichen, vorzuſtellen, denke man ſich eine Kugel, wie Taf. VIII. Fig. 2, welche unaufhörlich um eine durch ihren Mittelpunkt gehende Axe PS umgedreht wird. Man ſetze auf dieſe Kugel ein Inſekt in I, welches dem Punkte oder Pole S näher, als dem andern P iſt, ſo wird dieſes bey der Umdrehung der Kugel einen mit dem Aequator AQ parallelen Kreis IK beſchreiben, und dadurch die tägliche Bewegung der Sonne nachahmen. Indem ſich aber die Kugel nach einer Gegend drehet, mag das Inſekt, das wir in I geſtellt haben, langſam nach einer gegenſeitigen Richtung durch ein kleines Stück des ſchiefliegenden Kreiſes IG fortgehen, ſo wird dies die jährliche oder eigne Bewegung der Sonne vorſtellen, die langſam gegen Morgen fortrückt, während daß ſie von der weit ſchnellern täglichen Umdrehung, zugleich mit dem ganzen Himmel, gegen Abend geführt wird. Dieſe Verbindung beyder entgegengeſetzten Bewegungen hat **Ovid** (Metam. II. 70.) in folgenden Verſen ſchön ausgedrückt:

Adde, quod aſſidua rapitur vertigine cœlum

Sideraque alta trahit celerique volumine torquet.
Nitor in adverſum, nec me (qui cætera) vincit
Impetus, & rapido contrarius evehor orbi.

wiewohl er ſehr fehlerhaft die tägliche Bewegung ſo vorſtellt, als ob ſie im Zodiakus geſchähe. Indem die Sonne von I nach C zu fortrückt, befindet ſie ſich am Ende jeder täglichen Umwälzung nicht mehr da, wo ſie am Anfange derſelben war; ſie tritt alſo bey der folgenden Umdrehung nicht wieder in den vorigen Kreis ein, ſondern ſcheint in **Spiralen** oder **Schraubengängen** um den Himmel zu laufen, in welchen ſie ſich nach und nach von IK bis nach FG, und von FG wieder herab bis nach IK, windet.

Die alten Aſtronomen, welche die Unbeweglichkeit der Erde behaupteten, muſten dieſe beyden Bewegungen zugleich für **wirklich** annehmen, und die Sonne in der That in ſolchen Spiralgängen um die Erde laufen laſſen; das kopernikaniſche Syſtem aber nimmt die Sonne für ruhend an, erklärt beyde Bewegungen nur für ſcheinbar, und läſt die tägliche aus der Umwälzung der Erde um ihre Axe, die jährliche aber aus ihrem Umlaufe um die Sonne entſpringen, ſ. **Erdkugel** (Th. II. S. 43. u. f.), welche Erklärung weit einfacher, wahrſcheinlicher und den Geſetzen der Mechanik ſo angemeſſen iſt, daß uns h. z. t. über die Richtigkeit derſelben kein Zweifel mehr übrig bleibt, ſ. **Weltſyſtem**.

Daß die Sonne von uns viel weiter, als der Mond, abſtehe, lehren ſchon die Sonnenfinſterniße. Wie groß aber ihre Entfernung in der That ſey, muß durch Abmeſſungen ihrer Parallaxe gefunden werden, ſ. **Parallaxe**. Da nun die Sonnenparallaxe ſehr klein iſt, ſo gehören dieſe Abmeſſungen unter die feinſten der Aſtronomie, und man hat nur erſt ſeit 30 Jahren hierüber zu mehrerer Zuverläßigkeit gelangen können.

Wie ſchwankend die Begriffe der Alten von der Entfernung der Sonne waren, findet man beym **Plinius** (H. N. II. 21. 23.). **Pythagoras** ſoll von der Erde bis zum Monde 126000 Stadien, von dieſem aber bis zur Sonne eine doppelt ſo große Weite angenommen haben. Eben ſo willkührlich ſind die Angaben des **Poſidonius** und des

Plinius ſelbſt, welcher leztere aus dem Verhältniße des Durchmeſſers zum Umkreiſe folgert, die Sonne ſtehe um ein Sechſtel des Umfangs der Sonnenbahn von der Erde ab, der Mond aber um ein Zwölftel, weil er ſeinen Umlauf am Himmel in einer zwölfmal kürzern Zeit, als die Sonne, vollende -- eine Schlußart, die (wenn ich anders die Stelle recht verſtehe) ſehr unmathematiſch iſt.

Ariſtarch von Samos Περὶ μεγεθῶν καὶ ἀποστημάτων ἥλιου καὶ σελήνης edit. lat. a *Feder. Commandino* Piſauri 1572. græc. et latin. in *Jo. Walliſii* Operibus Vol. III. Oxon. 1699. fol.) lehrte zuerſt 260 Jahre vor Chriſti Geb. eine in der Theorie ſinnreiche Methode, die Weite der Sonne von uns aus Beobachtungen der Mondsviertel zu ſchließen. In dem Augenblicke, da die Mondſcheibe halb erleuchtet erſcheint, d. i. in dem Zeitpunkte der **Dichotomie** (ſ. **Mondphaſen**) bilden die Mittelpunkte der Sonne, der Erde und des Monds das Dreyeck SLT Taf. XXII. Fig. 5, welches am Monde bey L einen rechten Winkel hat. Wäre die Weite der Sonne ST unendlich groß (wie in dem Artikel **Mondphaſen** und in der Abbildung Taf. XVII. Fig. 58 angenommen ward), ſo würde bey T auch ein rechter Winkel ſeyn, und die Dichotomie würde ſtatt finden, wenn der ſcheinbare Abſtand (oder die Elongation) des Monds von der Sonne LTS genau 90° wäre. So iſt es auch dort (Th. III. S. 291 u. f.) wirklich angegeben, weil man ſich bey der gewöhnlichen Beſtimmung der Mondphaſen damit befriedigen kan. Scharfe Beobachtungen aber zeigen die Elongation des Monds oder den Winkel T, im Augenblicke der Dichotomie etwas ſehr weniges kleiner, als 90°. Wird nun dieſer Winkel T genau gemeſſen, ſo hat man aus dem Dreyecke STL die Weite der Sonne

$$TS = \text{ſec.}\, T \times TL$$

welche Größe gefunden werden kan, wenn TL oder die Entfernung des Monds von der Erde bekannt iſt. Ariſtarch (Poſit. 4.) ſezt aus Beobachtungen T = 87°, und findet daraus (Prop. 7.) die Weite der Sonne von uns zwiſchen 18 und 20 mal größer, als die Weite des Monds.

Unſere trigonometriſchen Tafeln würden ihm $19\frac{1}{10}$ mal gegeben haben (weil ſec. $87° = 19,1073226$ iſt).

Unter andern Schwierigkeiten dieſes Verfahrens fällt gleich in die Augen, daß der wahre Augenblick der Dichotomie nicht mit zulänglicher Schärfe wahrzunehmen iſt, und gleichwohl die geringſte Aenderung des Winkels L, den man hier für einen rechten annimmt, das geſuchte Verhältniß TS: TL ſehr ſtark ändert. Neuere Aſtronomen haben andere Größen des Winkels T gefunden, als Ariſtarch annimmt, woraus ganz andere Reſultate folgen. Der Niederländer **Wendelin** (ſ. *Riccioli* Almag. nov. To. I. L. III. c. 7. art. 12.) ſetzt $T = 89° 45'$, wovon die Secante 229, 18384 die Sonne über 229 mal weiter, als den Mond, giebt, welches (TL = 60 geſetzt, ſ. **Mond**) eine Entfernung von 13751 Erdhalbmeſſern ausmacht. Es iſt alſo dieſe ganze Methode, ſo viel Ehre ſie ihrem Erfinder bringt, nur zu beyläufigen Schätzungen dienlich, und kan in der neuern Aſtronomie nicht weiter gebraucht werden.

Ein anderes von **Hipparch** erfundenes Verfahren, die Weite der Sonne aus der Größe des Erdſchattens bey Mondfinſternißen zu finden, hat **Ptolemäus** (Almag. L. V. c. 15) gebraucht. Es hängt mit dem aſtronomiſchen Lehrſatze zuſammen, daß die Summe der ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne und des Erdſchattens eben ſo groß ſey, als die Summe der Horizontalparallaxen der Sonne und des Mondes iſt. Nun ſetzt **Ptolemäus** aus Beobachtungen den ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne $= 15' 40''$, den des Erdſchattens $= 40' 45''$, wovon die Summe $56' 25''$ ausmacht. Die Weite des Monds von der Erde nimmt er $65\frac{1}{6}$ Erdhalbmeſſer, welches eine Mondparallaxe von $53' 35''$ vorausſetzt. Zieht man dieſe von obiger Summe ab, ſo bleibt für die Sonnenparallaxe $2' 50''$ übrig. Beym Ptolemäus iſt das Verfahren nicht ſo einfach, weil er nicht die Parallaxe, ſondern die Diſtanz des Mondes ſelbſt, in die Rechnung bringt, und daraus durch die weitläuftigern Methoden der alten Trigonometrie die Sonnenparallaxe $= 2' 57''$ findet, woraus die Weite der Sonne von der Erde 1166 Erdhalbmeſſer geſchloſſen wird. Aber

die ſcheinbare Größe des Erdſchattens kan durch wirkliche Beobachtung unmöglich ſo genau gefunden werden, als auch nur zu erträglicher Beſtimmung der Sonnenparallaxe erfordert würde. Daher haben die neuern Aſtronomen auch dieſes Verfahren für unbrauchbar erklärt, und ihre genauern Beſtimmungen geben die Weite der Sonne auf zwanzigmal größer.

Seit der Verbeſſerung der aſtronomiſchen Beobachtungen durch **Tycho de Brahe** fielen die Beſtimmungen der Sonnenparallaxe von Zeit zu Zeit geringer aus. **Tycho** ſelbſt nahm ſie noch 3 Min., **Kepler** 1 Min., **Hevel** nur 40 Sec., **Riccioli** 28 Sec. an; **Wendelins** angeführte Beobachtung der Mondsviertel gab nur 15 Secunden. Aus allem dem zeigte ſich, daß die Sonnenparallaxe ſehr klein ſey, daß daher ihre Beſtimmung die genauſten Methoden und beſten Inſtrumente erfordere. Dennoch verlohnte es ſich ſehr der Mühe, ſie ſorgfältig zu unterſuchen; denn da die kepleriſchen Regeln und die Theorie des Planetenlaufs blos Verhältniſſe der Abſtände im Sonnenſyſtem angeben, ſo war die Weite der Sonne von der Erde gleichſam die allgemeine Standlinie, auf welche alle dieſe Abſtände bezogen wurden, und von deren Meſſung die Beſtimmung aller abſoluten Größen im Weltſyſtem abhieng. So wuſte man zwar, daß Jupiter $5\frac{1}{5}$ mal weiter von der Sonne abſtehe, als die Erde; aber wie viel dieſer Abſtand in bekannten Maaßen betrage, konnte nicht eher ausgemacht werden, als bis die Weite der Sonne in ſolchen Maaßen genau beſtimmt war.

Beym Worte **Parallaxe** (Th. III. S. 402 u. f.) habe ich gezeigt, auf welche Art ſich Parallaxen der Geſtirne finden laſſen. Aber die dort angegebne Methode läſt ſich bey der Sonne und den entferntern Planeten, deren Parallaxen zu klein ſind, nicht anbringen. Sie iſt nur für Mars, Venus und Merkur zu der Zeit, wenn ſie uns ſehr nahe kommen, brauchbar. Hat man inzwiſchen die Parallaxe eines der genannten Planeten auf dieſe Art gefunden, ſo giebt die kepleriſche Theorie für den Augenblick der Beobachtung das Verhältniß ſeines Abſtands von der Er-

de zum Abſtande der Sonne an, welches zugleich das umgekehrte Verhältniß ſeiner Parallaxe zur Sonnenparallaxe iſt. Daraus kan man alſo die leztere finden. Dieſe Methode iſt beſonders beym Mars bequem, welcher bey ſeiner gröſten Nähe an der Erde die ganze Nacht hindurch ſichtbar iſt. Nach dem Vorſchlage des ältern **Caſſini** (Acta erud. Lipſ. 1685. menſ. Octobr. p. 470. ſqq.) haben ſich mehrere Aſtronomen dieſes Verfahrens bedient. **Flamſtead** und **Maraldi** fanden hiedurch die Sonnenparallaxe nur 10 Secunden; **Pound** und **Bradley** beſtimmten ihre Grenzen 1719 zwiſchen 9 und 12 Sec. und **de la Caille** berechnete aus ſeinen Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hofnung, mit **Wargentins** gleichzeitigen in Stockholm verglichen, die Parallaxe des Mars für den 14 Sept. 1751 auf 26, 8 Sec., woraus die Sonnenparallaxe (weil ſich die Entfernungen der Erde von der Sonne und vom Mars damals, wie 1000 zu 382 verhielten) = 10¼ Secunden folgte.

Da uns Venus in ihrer untern Conjunction noch weit näher, als Mars, kömmt, ſo wäre dieſe Methode bey ihr noch vortheilhafter. Allein es iſt ſchwer, die Venus zu dieſer Zeit wegen ihres nahen Standes bey der Sonne gehörig zu beobachten. Inzwiſchen haben doch **Maraldi**, **Bianchini** und **de la Caille** auch dieſen Weg verſucht, und der leztere hat die Sonnenparallaxe auf demſelben gleichfalls 10¼ Sec. gefunden

Das vortreflichſte Mittel aber gaben die Durchgänge der Venus durch die Sonnenſcheibe in den Jahren 1761 und 1769. Ich habe hievon ſchon bey dem Worte **Durchgänge** (Th. I. S. 636 u. f.) das nöthigſte beygebracht, und angeführt, daß man durch die Beobachtungen dieſer Himmelsbegebenheit im Jahre 1769 die damalige Sonnenparallaxe zwiſchen die engen Grenzen von 8, 5 und 8, 6 Secunden eingeſchränkt habe. Da dies im Monat Junius, alſo um die Zeit des gröſten Abſtandes der Sonne von der Erde (ſ. **Sonnenferne**) ſtatt fand, ſo muß die Parallaxe für die mittlere Entfernung noch ein wenig gröſſer ſeyn. Der **P. Hell** (Appendix ad Ephemerides Vienn.

ann. 1773. p. 107.) ſetzt dieſe letztere 8″, 7; de la Lande (Aſtronomie. 2149) glaubt, man könne ſie 8″, 75 annehmen. In der Tafel aber, welche eine Vorſtellung der Größen im Weltſyſtem giebt, nimmt de la Lande die mittlere Sonnenparallaxe nur 8, 5 Secunden, womit auch die berliner Sammlung (B. I. S. 9.) übereinſtimmt.

Aus der Horizontalparallaxe der Sonne findet man nun ihre Entfernung von der Erde in Erdhalbmeſſern, wenn man die Zahl 206264, 8 durch die Anzahl der Secunden, welche die Parallaxe in ſich hält, dividiret, ſ. Parallaxe (Th. III. S. 400. Ex. 1 und 2). Folgende Tafel zeigt die Reſultate hievon in Erdhalbmeſſern und deutſchen Meilen, und läſt zugleich bemerken, wie viel bey dieſen Beſtimmungen auf geringe Theile einer Secunde ankomme.

☉paral-laxe	Entfernung der ☉ in Erdhalbmeſſern.	In deutſchen Meilen, den Halbmeſſer = 859½ Meil. geſetzt.
8″, 5	24266	20 856 000
8″, 6	23984	20 604 000
8″, 7	23708	20 377 000
8″, 75	23573	20 261 000
8″, 8	23430	20 138 000

In runden Zahlen kan man die mittlere Weite der Sonne von der Erde auf 24000 Halbmeſſer, d. i. 12000 Durchmeſſer der Erde oder 20 628000 geographiſche Meilen ſetzen, d. i. annehmen, daß zwölftauſend an einander geſetzte Erdkugeln von hier aus die Sonne erreichen würden. Demnach iſt die Sonne 400 mal weiter von uns entfernt, als der Mond, und eine Kanonenkugel, welche in einer Sec. durch 600 rheinl. Fuß geht, würde den Weg zur Sonne nicht eher, als in 9418 Tagen d. i. in 25 Jahren und 10 Monaten zurücklegen. (*Hugen.* Coſmoth. edit. Hag. 1698. 4. p. 106.)

Den ſcheinbaren **Durchmeſſer** der Sonne haben ſchon die Alten, ziemlich richtig, etwas über $\frac{1}{60}$ eines Zeichens, d. i. über einen halben Grad geſetzt. Von den neuern Mitteln, ihn zu meſſen, ſ. Heliometer.

Man findet ihn im Sommer durchgängig kleiner, als im Winter, und traut daher den Beobachtungen des kleinſten Durchmeſſers mehr, weil ſie ſich in unſern Ländern bey gröſſern Sonnenhöhen anſtellen laſſen, wobey die Stralenbrechung weniger Einfluß hat. Caſſini (Elem. de l' Aſtr. L. II. ch. 5.) fand

am 23 Dec. 1732 den gröſten 32′ 37″, 5.
am 30 Jun. 1735 den kleinſten 32 32, 5.

Bradley und de la Lande geben den kleinſten 31′ 30″, 5; der letztere aber ſieht es als möglich an, daß die dioptriſche Abweichung bey ſeinem Heliometer eine Vergrößerung von 2 - 3 Sec. könne bewirkt haben; auch hat Short mit einem achromatiſchen Objectivmikrometer an einem Spiegelteleſkop von 2 Fuß den kleinſten Durchmeſſer nur 31′ 28″ gefunden. Inzwiſchen nimmt de la Lande (Aſtr. 1230.) den gröſten 32′ 36″, den kleinſten 31′ 31″ an. Hieraus folgt der mittlere = 32′ 3″, 5. Die berliner Tafeln nehmen dieſen mittlern Durchmeſſer = 32′ 2″; de la Lande ſelbſt ſetzt ihn in den Tafeln nur 31′ 57½″.

Wenn die in der Erdferne ſtatt findende Horizontalparallaxe der Sonne 8½ Secunde iſt, ſo erſcheint zu dieſer Zeit der Erddurchmeſſer, aus der Sonne geſehen, unter einem Winkel von 17 Sec., indeß der Sonnendurchmeſſer, aus der Erde geſehen, einen Winkel von 31′ 31″ = 1891 Sec. einnimmt. Weil ſich nun für einerley Augenblick die ſcheinbaren Durchmeſſer der Sonne aus der Erde, und der Erde aus der Sonne geſehen, wie die wahren Durchmeſſer verhalten müſſen, ſo findet man die letztern im Verhältniſſe 1891 : 17 = 111, 235 : 1, oder die Sonne im Durchmeſſer über 111 mal größer, als die Erde. Iſt nach de la Lande die mittlere Sonnenparallaxe 8, 5 Sec. und der mittlere Durchmeſſer = 31′ 57″, 5 = 1917, 5 Sec. ſo wird dieſes Verhältniß = 1917,5 : 17 = 112, 79 : 1, oder die Sonne

im Durchmeſſer 112, 79 mal
an Oberfläche 12723 mal
an körperlichem Raume 1435025 mal

größer, als die Erde, gefunden. Da der Erddurchmeſſer 1719 geographiſche Meilen ausmacht, ſo findet ſich hieraus der

Sonnendurchmeſſer = 193886 ſolcher Meilen. In dem Raume dieſes erſtaunenswürdigen Körpers würden hundert und eilf Erdkugeln in gerader Linie Platz haben, und wenn die Erde ſammt der ganzen Mondbahn mitten in denſelben geſtellt wäre, ſo würde doch dieſe Bahn noch bey weitem nicht die äuſſern Grenzen jenes ungeheuren Raumes erreichen, ſondern rings um ſich noch einen Zwiſchenraum für 25 Erdkugeln leer laſſen.

Aus der Verſchiedenheit des ſcheinbaren Sonnendurchmeſſers im Sommer und Winter erhellet, daß die Sonne nicht immer gleich weit von der Erde abſtehe, ſ. **Sonnenferne, Sonnennähe.** Daher ließen ſchon die Alten die Sonne in einem eccentriſchen Kreiſe um die Erde laufen. Das kopernikaniſche Syſtem nahm die Bahn der Erde um die Sonne für einen ſolchen Kreis an; **Kepler** aber lehrte zuerſt, daß dieſe Bahn eine Ellipſe ſey, in deren Brennpunkte die Sonne ſtehe. Aus dem Verhältniſſe des größten und kleinſten Sonnendurchmeſſers findet man die Eccentricität dieſer Ellipſe, welche ſich zur halben großen Axe faſt, wie 168 : 10000 verhält, ſ. **Eccentricität.**

Indem die Erde dieſe elliptiſche Bahn in der Zeit eines Sonnenjahres (ſ. **Jahr**) durchläuft, ſcheint die Sonne am Himmel in eben der Zeit einen größten Kreis, der in der Ebne dieſer Bahn liegt, nach eben der Richtung zurückzulegen. Dieſer Kreis iſt die Ekliptik, deren Fläche alſo mit der Ebne der Erdbahn übereinkömmt. Gienge die Erde ſtets mit gleicher Winkelgeſchwindigkeit um die Sonne, ſo würde uns auch der Lauf der Sonne gleichförmig erſcheinen, und ihr Fortrücken würde dieſer mittlern Bewegung nach, täglich 59′ 8″ 3 betragen. Da aber die Erde im Sommer von der Sonne entfernter iſt, und langſamer fortgeht, als im Winter, ſo ſcheint alsdann auch das Fortrücken der Sonne langſamer, und es entſteht hieraus eine beträchtliche Ungleichheit des ſcheinbaren Sonnenlaufs, ſo daß das Fortrücken in der Ekliptik im Sommer täglich nur 57′ im Winter 61′ beträgt. Eine Folge hievon iſt, daß die Sonne in den ſechs obern Zeichen des Thierkreiſes acht Tage länger, als in den ſechs untern verweilet, und daher

Frühling und Sommer zuſammen acht Tage länger dauren, als Herbſt und Winter.

Die große Axe der Erdbahn behält nicht beſtändig einerley Lage, ſondern dreht ſich nach der Ordnung der Zeichen jährlich um 1 Min. 6 Sec. fort, ſ. Sonnenferne.

Ueberdies wird der Gang der Erde von den übrigen Planeten, beſonders vom Monde, der Venus und dem Jupiter geſtört, daher es nöthig iſt, den nach der Theorie berechneten, oder elliptiſchen, Ort der Sonne, nach der jedesmaligen Stellung dieſer Planeten zu verbeſſern, ſ. Perturbationen. Die ältern Sonnentafeln nahmen auf dieſe Störungen keine Rückſicht, und konnten alſo mit dem wahren Sonnenlaufe nicht lange übereinſtimmen. Genauere Tafeln haben de la Caille (Tabulæ ſolares, Paris, 1758. 8. und in des P. Hell Append. ad Ephem. Vienn. 1764.) und Mayer geliefert. Die letztern befinden ſich in der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (1776. gr. 8. I. Band S. 225. u. f.) nach der londner Ausgabe von 1770 erweitert und für den berliner Meridian eingerichtet. Herr Bode (Aſtr. Jahrbuch für 1792) theilt die Nachricht mit, daß Herr von Zach in Gotha aus Hornsby's Beobachtungen neue Sonnentafeln berechnet habe; auch ſollen der bald zu erwartenden neuen Ausgabe der Aſtronomie des Herrn de la Lande eigne von de Lambre berechnete Sonnentafeln beygefügt werden.

Gegen die überwiegend große Maſſe der Sonne gravitirt die Erde zugleich mit allen Körpern des Sonnenſyſtems in einem vorzüglich hohen Grade. Dieſe ſtarke Gravitation iſt es, welche als Centripetalkraft alle Planeten und Kometen in ihrem regelmäßigen Laufe erhält, in welchem die übrigen wechſelſeitigen Schweren nur geringe Störungen hervorbringen können. Durch einen ungefähren Ueberſchlag haben wir beym Worte Gravitation (Th. II. S. 533) gefunden, daß dieſe Schwere gegen die Sonne faſt 378000 mal (nach genauern Beſtimmungen 365412 mal) größer ſey, als die Schwere der Erdkörper bey gleicher Entfernung vom Mittelpunkte, oder, was eben ſo viel iſt, daß ein Körper von 1 Pfund Gewicht mit einer Kraft von

365412 Pfund gegen die Sonne würde gezogen werden, wenn er ihrem Mittelpunkte eben ſo nahe wäre, als er hier auf der Erdfläche dem Mittelpunkte der Erde iſt. Brächte man nun dieſen Körper auf die Oberfläche der Sonne, ſo wird er vom Mittelpunkte um 112, 79 Erdhalbmeſſer abſtehen, da die Erdkörper nur um 1 Halbmeſſer vom Mittel der Erde entfernt ſind. Seine Gravitation wird alſo im Verhältniſſe des Quadrats von 112, 79, d. i. 12723 mal geringer werden. Alſo gravitiren die Körper auf der Oberfläche der Sonne nur $\frac{365412}{12723}$ mal, d. i. 28, 72 oder faſt 29 mal ſtärker, als die Erdkörper auf der Oberfläche der Erde. Dem zufolge fallen ſie in der erſten Secunde durch 28, 72 .. × 15, 0957 d. i. faſt durch 434 pariſer Fuß.

Körper auf der Oberfläche der Erde gravitiren gegen die Sonne mit einer Kraft, welche im Verhältniſſe der Quadratzahl von 24266 geringer iſt, als die Gravitation gegen die Sonne in der Entfernung des Erdhalbmeſſers. Dieſe Kraft beträgt nur $\frac{1}{1614}$ der Schwere gegen die Erde, und kan alſo nur in großen und leicht beweglichen Maſſen, z. B. beym Meere, merklich werden.

Die Maſſe der Sonne iſt dieſen Angaben zufolge 365412 mal größer, als die Maſſe der Erde. Von dieſer ungeheuren Menge materiellen Stofs machen die Maſſen aller bekannten Planeten und Nebenplaneten zuſammen nicht mehr, als etwa $\frac{1}{800}$ aus, wie man aus der beym Worte Weltſyſtem mitgetheilten Tafel, welche die Maſſen der Planeten angiebt, leicht überſchlagen kan. Die Dichte der Sonne aber folgt hieraus $\frac{365412}{1435025}$ d. i. faſt 0, 25 oder 4 mal geringer, als die Dichtigkeit der Erde.

Die Oberfläche dieſer bewundernswürdigen Kugel iſt an ſich ſelbſt leuchtend, ja ſie iſt ſogar die einzige Quelle alles des Lichts, wodurch die übrigen Körper unſers Sonnenſyſtems ſichtbar werden. Nur hin und wieder bemerkt man auf dieſer Fläche unregelmäßige dunkle Flecken, welche entſtehen und wieder vergehen, ſ. **Sonnenflecken.** Die Stralen der Sonne erwärmen die Erdkörper und zünden ſogar, wenn ſie in einen engen Raum vereiniget werden, ſ. **Brennglas, Brennſpiegel.**

Hieraus ſchloß man nun ſonſt ſehr voreilig, die Sonne ſey ein **Feuer.** **Kircher** (Mundus ſubterran. Amſt. 1678. Tab. I. p. 64.) glaubte ſie als ein Meer von Feuer und Flammen, etwa wie fließendes und wallendes Kupfer in einem Schmelzofen, beobachtet zu haben. Seine Abbil-bildung hievon iſt von **Zahn** (Oculus artific. p. 190.) und andern häufig copirt worden. Der Freyherr von **Wolf** behandlet ſogar den Saz, daß die Sonne ein wirkliches Feuer ſey, als einen mathematiſchen Lehrſaz, und beweiſt ihn dadurch, daß die Sonnenſtralen leuchten, wärmen, brennen u. ſ. w., alſo alle Kennzeichen des Feuers an ſich tragen. Es iſt hiebey ſehr unbeſtimmt, was man ſich unter dem Namen Feuer vorſtelle. **Wolfs** Schlüße gelten nur, wenn man darunter überhaupt alles verſteht, was Licht und Wärme veranlaßet; nimmt man aber Feuer nach dem gemeinen Sprachgebrauche für Flamme oder für einen wirklich brennenden Körper, ſo hat dieſe Behauptung bey der Sonne unüberwindliche Schwierigkeiten gegen ſich. Ein ſolches Feuer kan nie ohne Nahrung, ohne wirkliche Zerſezung irgend eines brennbaren Stoffes, und nie ohne Mitwirkung und Verwendung einer dephlogiſtiſirten Luft gedacht werden, ſ. **Verbrennung.** Kan man wohl in der Sonne einen ſolchen Stof, und um ſie her eine ſolche Luft, hinreichend zu einem Brande von vielen Jahrtauſenden, annehmen? Die Mittel, die man ausgedacht hat, dieſem Brande Nahrung zu verſchaffen, z. B. Kometen in die Sonne fallen, oder die Ausdünſtungen und das entwichene Phlogiſton aus den Planeten nach ihr hingehen zu laſſen, ſind unwahrſcheinlich und unzureichend; auch Wolfs Gedanke, daß ſich die ewige Flamme der Sonne nicht zerſtreuen könne, weil ſie nicht, wie bey uns, in einer ſpecifiſch ſchwerern Luft in die Höhe ſteige, iſt bey den jezigen Begriffen von Verbrennung nicht mehr befriedigend. Noch eher könnte man den Sonnenkörper blos für glühend halten; aber auch glühende Körper, aus denen ſich immerfort Wärmeſtof entwickeln und verbreiten ſoll, haben nicht nur ein Medium, das dieſen Wärmeſtof aufnimmt, ſondern auch einen beſtändigen Zugang von neuer äuſſerer Wärme nöthig.

Im Grunde kan man aus den Wirkungen der Sonnenſtralen in die Erdkörper ganz und gar nicht auf die Beſchaffenheit der Sonne ſelbſt ſchließen. Wenn die Sonnenſtralen **erwärmen**, ſo ſind ſie darum nicht ſelbſt **warm**. Sie haben blos ein Vermögen, den Wärmeſtof in den Körpern, die ſie antreffen, zu entwickeln. Sie wärmen da gar nicht, wo ſie keinen Wärmeſtof finden, und nur ſehr wenig, wo ſie wenig davon antreffen, z.B. in der dünnern Luſt auf den Bergen, und in den höhern Gegenden der Atmoſphäre. So liegt die unmittelbare Urſache der Wärme in den Erdkörpern, nicht in den Sonnenſtralen. Seitdem Herr **de Lüc** (Syſtem über die Wärme, in ſeinen Briefen über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, der deutſchen Ueberſ. II. B. S. 491 u. f. auch in den leipz. Sammlungen zur Phyſik und Naturg. II. B. 6tes St. S. 643 u. f.) dieſe Sätze in ihr gehöriges Licht geſtellt hat, ſteht es ſehr mißlich um die Berechnungen der gewaltigen Erhitzung des Merkurs, der Kometen u. dergl. durch die Stralen der nahen Sonne, und noch ſchlimmer um den ſo oft nachgeſprochenen Satz, daß die Sonne ein wirkliches Feuer ſey.

Andere ſtellen ſich die Sonne als eine elektriſche Kugel vor, die durch ihren ſchnellen Umlauf elektriſches Licht hervorbringe und durch das ganze Sonnenſyſtem verbreite. Dieſe Hypotheſe ſchreibt ſich von einigen franzöſiſchen Schriftſtellern her, welche vor nicht gar langer Zeit die ganze Natur aus Elektricität erklärten. **Schmidt** (Von den Weltkörpern S. 120 u. f.) erwähnt dabey eines Problems, welches der Profeſſor der Mathematik zu Caen, Herr **Adam** in einem Briefe an **Linguet** 1775 als bereits aufgelöſet anführe, nemlich zween oder mehrere Körper ſo zu ordnen, daß ſie durch Elektricität um einander nach den kepleriſchen Geſetzen umlaufen, wobey der umlaufende Körper einen Lichtſchweif, wie ein Komet, nach ſich ziehe; man hat aber ſeitdem nichts weiter von einem ſolchen Verſuche gehört. Für die Carteſianer, welche Licht und Elektricität beyde aus ſubtiler Materie oder Aether erklären, iſt eine ſolche Hypotheſe ganz brauchbar; auch kommen **Eulers** Gedanken in ſeinen Briefen an eine deutſche Prinzeſ-

ſin ziemlich auf ebendaſſelbe hinaus. Herr Bode (Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels, 5te Aufl. Berlin 1788. S. 598) nennt doch die Meinung, daß die Sonne eine feuerloſe elektriſche Kugel ſey, die neueſte und höchſt wahrſcheinlich richtigere. Bey einer ſolchen Beſchaffenheit der Sonne könnte man ſich auch eher Bewohner derſelben gedenken.

Die Beobachtungen zeigen uns nur die Oberfläche der Sonne. Alſo nur von dieſer wiſſen wir, daß ſie leuchte. Daß das Innere dunkel ſey, iſt möglich, und wird aus der Erſcheinung der Sonnenflecken ſogar wahrſcheinlich. Man hat daher wohl Grund, die Sonne für einen dunkeln Körper zu halten, den blos ein leuchtender Ueberzug umkleidet, worüber ich, um Wiederholungen zu vermeiden, auf den Artikel Sonnenflecken verweiſe. Ob aber nun dieſer Ueberzug aus einem verdichteten Aether, aus Materie des Lichts, aus elektriſcher Materie, oder, wie Peyroux de la Coudroniere (in Lichtenbergs Magazin für das Neuſte aus der Phyſ. u. Naturg. B. I. St. 1. S. 1. u. f.) glaubt, aus brennbarer durch Elektricität entzündeter Luſt u. ſ. w. beſtehe, und ob ſich auf der dunklen Kugel unter der leuchtenden Hülle ein Wohnplatz für denkende und empfindende Weſen befinde, iſt aus Beobachtungen, auch nur muthmaßlich, zu beſtimmen unmöglich.

Das beſte iſt alſo wohl, aufrichtig zu geſtehen, daß man von der Beſchaffenheit, dem Stoffe und der Bewohnbarkeit des Sonnenkörpers gar nichts zu ſagen wiſſe. So weiſe verfuhr ſchon Huygens in einem Buche, das doch ganz für Muthmaßungen beſtimmt war (Coſmotheor. p. m. 126). So gewiß er ſich überzeugt hält, daß die Planeten und Monden Bewohner haben, ſo zweifelt er doch daran bey der Sonne „In hoc ipſo Sole non improbabile „quibusdam viſum eſt, animalia vivere poſſe. Sed cum „multo magis etiam, quam in Lunis, *conjectura omnis* „*hic deficiat*, neſcio, qua ratione id ita eſſe opinati ſint — „Aliud genus viventium animo concipiendum eſſet, lon„geque ab omni natura eorum, quae unquam vidimus, „aut cogitavimus, diverſum. Quod fere idem eſt, ac ſi

„dicamus, *nihil hic conjectando nos conſequi poſſe.*“ Herr **Bode** iſt dennoch geneigt, Sonnenbewohner anzunehmen, weil ihm die großen Einflüße der Sonne auf das Planetenſyſtem, durch Anziehung, Erleuchtung und Erwärmung, doch noch nicht hinreichend ſcheinen, die ganze Beſtimmung eines ſo ungeheuren Körpers zu erfüllen.

Uebrigens wird die Sonne von den Aſtronomen mit ☉ bezeichnet.

Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde ꝛc. Berlin, 1778. 8. Th. I. § 400 u. f. § 463. 476. u. f.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtronomie. Göttingen, 1781. 8. an mehrern Stellen.

Sonnenbahn, ſ. **Ekliptik**.

Sonnenfackeln, ſ. **Sonnenflecken**.

Sonnenferne, Aphelium, *Aphélie*. Derjenige Punkt einer Planetenbahn, in welchem der Planet von der Sonne am weitſten entfernt iſt. Taf. I. Fig. 17. iſt es der Punkt A.

Das ptolemäiſche Syſtem, welches die Planeten um die Erde gehen ließ, kannte die Sonnenfernen gar nicht. **Copernikus** ſetzte dieſelben an die Stelle der vormaligen **Erdfernen**; aber erſt **Kepler** verſchafte von ihnen richtigere Begriffe.

Nach der wichtigen Entdeckung dieſes Aſtronomen laufen alle Planeten um die Sonne in elliptiſchen Bahnen ADPE, in deren Brennpunkte S die Sonne ſteht. Die große Axe dieſer Ellipſen AP, ſ. **Apſidenlinie**, ſchneidet in der Bahn ſelbſt die beyden Punkte A und P ab, ſ. **Apſiden**, wovon jener die Sonnenferne, dieſer die Sonnennähe iſt, ſ. **Sonnennähe**. Bey D und E hingegen, wo SD = SE = AG, iſt der Planet in den **mittlern Entfernungen, mittlern Abſtänden** (*diſtances moyennes*) von der Sonne.

Der Punkt der Sonnenferne iſt die Grenze, von welcher man bey Berechnung des Planetenlaufs die Anomalien zu zählen anfängt, ſ. **Anomalie**. Hier ſind alſo beyde Anomalien, die mittlere ſowohl, als die wahre = Null;

mithin verſchwindet für dieſe Stelle auch der Unterſchied beyder, oder die Gleichung der Bahn. Da ſich nach den kepleriſchen Regeln die Geſchwindigkeiten der Planeten an jeder Stelle umgekehrt, wie ihre Abſtände von der Sonne, verhalten, ſo folgt, daß in der Sonnenferne, wo der Abſtand am gröſten iſt, die Geſchwindigkeit am kleinſten, oder der Lauf des Planeten am langſamſten ſeyn müſſe.

Für die Bahn der Erde um die Sonne findet man die Sonnenferne aus Beobachtungen der Stelle, an welcher der Lauf der Sonne am langſamſten und der Durchmeſſer ihrer Scheibe am kleinſten erſcheint. Dies ereignet ſich jetzt, wenn die Sonne im 9ten Grade des Krebſes geſehen wird, oder am Ende des Monats Junius. Die mayeriſchen Sonnentafeln geben aus genauen Beobachtungen den Ort der Sonnenferne für das Ende des Jahres 1790 in 9° 22′ 40″ des Krebſes an, und ſetzen ſein jährliches Fortrücken nach der Ordnung der Zeichen auf 1 Min. 6 Sec.

Die Sonnenfernen der übrigen Planeten werden aus den Beobachtungen ihres Laufs durch Methoden gefunden, deren Erklärung in die Sternkunde gehört. Man wird ſie in der dem Artikel **Weltſyſtem** beygefügten Tabelle angegeben finden. Wenn man neuere Beobachtungen derſelben mit ältern vergleicht, ſo findet man, daß ihre Stellen von Zeit zu Zeit fortzurücken ſcheinen, und daß dieſes Fortrücken bey jedem Planeten jährlich etwas weniges über 50 Sec. beträgt. Daher wird es wahrſcheinlich, daß ſich die Lagen der Axen AP aller Planetenbahnen in Abſicht auf die Fixſterne vorwärts oder nach der Ordnung der Zeichen, wiewohl ſehr langſam, fortdrehen.

Blieben dieſe Axen völlig unbewegt, ſo müſte zwar die Stelle des Punkts A mit den Fixſternen ſelbſt, wegen des Vorrückens der Nachtgleichen jährlich um 50 Sec. fortrücken, ſ. **Vorrücken der Nachtgleichen.** Was aber über 50 Sec. hinausgeht, zeigt eine wirkliche Bewegung der Axe oder Apſidenlinie, in Abſicht auf die Fixſterne, an. Bey der Axe der Erdbahn z. B. (deren jährliches Fortrücken 1 Min. 6 Sec. beträgt) kommen 50″ vom Vor-

rücken der Nachtgleichen her; die übrigen 16″ ſcheinen eine wirkliche, wiewohl ſehr langſame Bewegung, dieſer Axe anzuzeigen.

Die Aſtronomen haben lange gezweifelt, ob dieſe kleinen Unterſchiede nicht vielleicht von Fehlern der ältern Beobachtungen herrührten. So giebt z. B. **Kepler** in den rudolphiniſchen Tafeln die jährliche Bewegung der Sonnenferne des Jupiters nur 47 Sec. an, woraus nach Abzug des Vorrückens der Nachtgleichen ein **Rückwärtsgehen** der Axe um 3 Sec. folgte, welches neuere Beobachtungen offenbar widerlegen. Herr **de la Lande** ſieht das Fortrücken der Apſidenlinien als eine, vornehmlich durch die Beobachtungen des Mars, unläugbar beſtätigte Thatſache an.

Die Lehre von der gegenſeitigen Anziehung aller Planeten, ſ. **Perturbationen**, giebt auch eine Urſache an, warum die Stellen der Sonnenfernen nach der Ordnung der Zeichen fortrücken **müſſen**. Wenn nemlich der regelmäßige Lauf eines Planeten in der Ellipſe ADPE durch andere Weltkörper, die ihn von der Sonne zu entfernen ſtreben, perturbirt wird, ſo wird er bey jeder Rückkehr nach A Stellen treffen, die ein wenig weiter von S abliegen, als die Stellen zwiſchen A und M; er wird gleichſam aus ſeiner vorigen Ellipſe in eine neue gezogen werden, deren gröſter Abſtand von S zwiſchen A und N liegt, und ſo muß ſich die Sonnenferne langſam von A gegen N, d. i. nach der Ordnung der Zeichen, zu verrücken ſcheinen. Eine ähnliche Urſache hat das Zurückgehen der Knoten, ſ. **Knoten**. **Halley** rühmt mit Recht in ſeinem **Newtons** Principiis vorgeſetzten Gedichte den beſondern Vorzug des Syſtems der Gravitation, daß es dieſe ſonſt ſo räthſelhaften Phänomene erkläre:

Diſcimus hinc tandem — —
Cur remeant nodi, *curque auges progrediuntur.*

Uebrigens iſt noch der Umſtand zu bemerken, daß die Sonnenfernen aller Planeten, von der Sonne aus geſehen, ziemlich auf einerley Seite des Himmels, oder in einerley Helfte der Ekliptik, nemlich vom Zeichen der Jungfrau bis

zu dem der Fiſche fallen. Die Sonnenferne der Erde iſt dem Orte, wo wir die Sonne am kleinſten ſehen, gegenüber, mithin in 9° 22′ ♑, oder auch in dieſer Helfte. Die der Venus zeigt unter allen das ſchnellſte Fortrücken, und war auch wirklich unter den ſonſt bekannten am weiteſten, nemlich bis 9° ♒ voraus. Aber des Uranus Sonnenferne ſcheint noch mehr vorwärts in 17° ♓ zu fallen.

de la Lande aſtronomiſches Handbuch, §. 514. 1056.
Käſtner Anfangsgr. der Aſtron. Gött. 1781. 8. § 263.

Sonnenfinſterniße, ſ. Finſterniße.

Sonnenflecken, Maculae ſolares. *Taches du ſoleil.*

Man ſieht in der Sonne von Zeit zu Zeit ſchwarze Flecken von unordentlicher Geſtalt, oft einzeln, oft in größerer Anzahl. Ich werde dieſes merkwürdige Phänomen am ordentlichſten abhandeln können, wenn ich zuerſt von der Geſchichte der Entdeckung der Sonnenflecken, dann von den beobachteten Erſcheinungen derſelben und von der daraus geſchloßenen Umdrehung der Sonne um ihre Axe rede, zuletzt aber die vornehmſten Meinungen über die Natur dieſer Flecken beyfüge.

Geſchichte der Entdeckung der Sonnenflecken.

Man findet in einem ungenannten Annaliſten des mittlern Zeitalters (Aſtronomi anonymi Annales Caroli M. in *Jo. Reuberi* Collect. ſcriptorum rer. german. p. 27. ſq.) beym Jahre 807 unter mehrern aſtronomiſchen Beobachtungen auch folgende erzählt: „Et ſtella Mercurii XVI. „Kal. April. viſa eſt in Sole, quaſi *parva macula nigra*, „paulo ſuperius medio centro ejusdem ſideris, quae a no- „bis *octo dies* conſpecta eſt. Sed quando primum intra- „vit et exivit, nubibus impedientibus, minime notare po- „tuimus.“ Da es unmöglich iſt, den Merkur mit bloßen Augen und acht Tage lang in der Sonne zu ſehen, ſo konnte dies wohl nichts anders, als ein großer Sonnenflecken, ſeyn. Kepler (Paralipom. ad Vitell. p. 306.) nahm es dennoch für einen Durchgang des Merkurs, und ändert

octo dies in octoties, mit dem Beyſatz: ut ego lego barbare. Mäſtlin aber widerlegte ſchon 1606 dieſen Einfall mit guten Gründen. Vielleicht laſſen ſich auch die Nachrichten des Arabers Abulfarag, daß im Jahre 535 die Sonne vierzehn Monate lang eine merkliche Verminderung des Lichts erlitten habe, und daß im Jahr 626 die ganze Helfte der Sonnenſcheibe vom October bis zum Junius verdunkelt geblieben ſey, aus großen und häufigen Sonnenflecken erklären.

Kepler glaubte am 28ſten May 1607 ebenfalls den Merkur in der Sonne geſehen zu haben (Außführlicher Bericht von dem newlich 1607 erſchienenen Haarſtern. Hall in Sachſen, 1608. 4. ingl. Phaenomenon ſingulare ſ. Mercurius in Sole. Lipſ. 1609. 4.). Als er aber hernach von den Sonnenflecken Nachricht erhielt, und fand, Merkur könne damals nicht in der Sonne geweſen ſeyn, bekannte er ſelbſt, er habe geirret, und gab auch wegen der Stelle des Annaliſten ſeinem Lehrer Mäſtlin Recht. Kepler hat alſo unter den Neuern zuerſt einen Sonnenflecken geſehen, ohne ihn jedoch für das, was er war, zu erkennen. Er war nicht gleichgültig gegen dieſe Ehre, wie die von Hanſch (Vita Kepleri in Epiſtolis ad Kepl. ſcriptis. Lipſ. 1718. fol. p. XXI.) aus der Vorrede ſeiner Ephemeriden von 1616 angeführte Stelle zeigt. Hier ſchreibt er unter andern: „Felix hoc ipſo, quod primus hoc ſeculo „macularum obſervator,“ und vergleicht ſich mit dem Marius, der die Jupitersmonden auch zuerſt geſehen habe, ohne ſie zu kennen. Uebrigens war Keplers Beobachtung an einem im verfinſterten Zimmer aufgefangenen Sonnenbilde mit bloßen Augen gemacht.

Bald nach Erfindung des Fernrohrs erblickten mehrere Beobachter die Sonnenflecken faſt zu gleicher Zeit. Johann Fabricius, deſſen Vater, David, Prediger zu Oſtell in Oſtfriesland, und ſelbſt Beobachter war, brachte von einer Reiſe durch Holland ein Fernrohr mit, durch welches er, nebſt ſeinem Vater, die Sonne mit bloßen Augen betrachtete, ohne weitere Vorbereitung, als daß ſie dieſelbe anfänglich an den Rand des Geſichtsfeldes, und von da

erſt nach und nach in die Mitte führten. Dadurch entdeckte der Sohn Flecken, und ſchloß aus ihrer Bewegung ſogleich die Umdrehung der Sonne um ihre Axe. Es iſt zu bedauren, daß er den Tag der erſten Beobachtung nicht angiebt; ſeine Schrift aber, die er im Junius 1611 zu Wittenberg drucken ließ, iſt unter allen, die von dieſem Gegenſtande handlen, unbezweifelt die erſte. (*Jo. Fabricii* Phryſii de maculis in Sole obſervatis, et apparente earum cum Sole converſione narratio. Witeb. 1611. 5½ plag. 4.). Auch geſteht ihm **Kepler** in der Vorrede der Ephemeriden von 1616 den Ruhm der erſten Entdeckung entſcheidend zu. **Fabricius** erwähnt in ſeiner Schrift, daß er noch vor ſeiner Reiſe nach Wittenberg allein einen groſſen Sonnenflecken entdeckt, ſeinen Vater dazu gerufen, und ſich ſeit dem Anfange des Jahres 1611 die Umwälzungen der Flecken angemerkt habe, daher man die Zeit der Entdeckung gegen das Ende des Jahres 1610 zu ſetzen hat.

Im März 1611 wurden dieſe Flecken zu Ingolſtadt von dem daſigen Profeſſor der Mathematik, dem Jeſuiten **Chriſtoph Scheiner**, wahrgenommen, welcher die Sonne, wenn ſie hinter dünnen Wolken ſtand, durch ein Fernrohr beobachtete. Er zeigte dieſe Erſcheinung ſeinem Collegen dem P. **Cyſatus** am 21 März und bediente ſich in der Folge blauer Gläſer, um den Glanz der Sonne zu ſchwächen, bis er endlich die im Artikel **Helioſkop** beſchriebene Vorrichtung erfand. Dieſe ſetzte ihn in Stand, die Erſcheinung mehreren ſeiner Ordensbrüder zu zeigen, ſo daß ſich der Ruf davon bald verbreitete. Weil man aber die Sonne nach der damaligen ariſtoteliſchen Phyſik für den vollkommenſten Körper und das reinſte Feuer hielt, ſo wollte der Provincial des Ordens **Theodor Buſäus** die Entdeckung von Flecken in derſelben nicht ohne Behutſamkeit bekannt machen laſſen. **Scheiner** ſchickte daher die Nachricht von ſeinen erſten Beobachtungen an den gelehrten Patricier in Augſpurg **Markus Welſer**, der ſie ohne Mitwirkung des Verfaſſers drucken ließ (Tres epiſtolæ de maculis ſolaribus ſcriptæ ad *Marc. Velſerum*, cum obſervationum iconiſmis. Aug. Vindel. 1612. 2 plag. 4.).

Dieſe Briefe ſind vom 12 Nov., 19 und 26 Dec. 1611; im letzten unterzeichnet ſich Scheiner: Apelles latens poſt tabulam. Darauf folgte eine Fortſetzung der Beobachtungen (De maculis ſolaribus et ſtellis circa Jovem errantibus accuratior disquiſitio ad *Marc. Velſerum* perſcripta. Aug. Vind. 1612. 4. 52 S. mit 12 Kupf.), wo der dritte vom 25 Jul. 1612 datirte Brief mit: Apelles latens poſt tabulam, vel ſi mavis, Vlyſſes ſub Ajacis clypeo unterzeichnet iſt. Als Scheiner nachher nach Rom berufen ward, ſetzte er daſelbſt ſeine Beobachtungen mit bewundernswürdigem Fleiße fort, und beſchrieb ſie nebſt den Folgerungen daraus in einem großen und ſchätzbaren Werke (Roſa Vrſina, ſ. Sol ex admirando facular. & macular. ſuar. Phænomeno varius, nec non ſuper polos proprios mobilis, a *Chr. Scheinero*, Germ. Suevo e S. J. Bracciani 1630. fol.), welches über 2000 Beobachtungen abbildet, und von den Aſtronomen mit ausgezeichnetem Beyfall aufgenommen ward (*Scheinerus* meliorum obſervationum deſperatione et ſe et ſolem ipſum vicit. *Ricciol.* in Almag. novo.)

Auch Galilei machte Anſprüche darauf, die Sonnenflecken geſehen zu haben, ehe ihm Scheiners Entdeckung bekannt geworden ſey. Welſer hatte die Briefe des Apelles am 6 Jan. 1612 von Augſpurg an ihn geſendet. Er machte einige Erinnerungen darüber (Iſtoria e dimoſtrationi intorno alle macchie ſolari dal Sign. *Galileo Galilei*, in Roma, 1613. 4. und in den Opere di Galieo, Bologn. 1655. Vol. II.), und behauptete, Scheiner habe von ſeinen ältern Beobachtungen zuerſt Nachricht gehabt, wogegen ſich aber dieſer in der Vorrede zur Roſa Vrſina ſehr gründlich vertheidiget hat.

Erſcheinungen der Sonnenflecken.

Man beobachtete ehedem die Sonne durch Dünſte am Horizonte, oder durch dünne Wolken; Fabricius ſahe ſogar durchs Fernrohr ohne alle Vorbereitung hinein, mit Gefahr ſeiner Augen. Alles dies iſt weder ſicher, noch bequem genug. Sonnenbilder, im verfinſterten Zimmer

aufgefangen, deren ſich Kepler bediente, fallen ohne weitere Veranſtaltung entweder zu klein, oder zu matt aus. Scheiner verbeſſerte nachher dieſes Verfahren, indem er das Sonnenbild beobachtete, wie es ſich auf einer Ebne hinter dem Fernrohre darſtellt, ſ. Helioſkop. Nach dieſer Methode ſind von ihm und nachher von Heveln (Selenograph. Append. p. 500. ſq.) Beobachtungen und Abbildungen von Sonnenflecken in großer Anzahl gemacht worden. Jetzt betrachtet man doch lieber die Sonne ſelbſt durch Fernröhre, und ſchwächt ihr Licht mit Gläſern, die entweder durch den Rauch einer Lampe oder Kerze geſchwärzt, oder ſonſt ſtark gefärbt ſind. Es iſt dazu genug, das Augenglas eines Fernrohrs über der Lampe ſo lang anlaufen zu laſſen, bis es ganz ſchwarz und für gewöhnliche Gegenſtände undurchſichtig wird; alsdann zeigt ſich die Sonnenſcheibe dadurch mit einer dunkelrothen Farbe dem Auge ganz unſchädlich. Insgemein ſind die aſtronomiſchen Fernröhre mit beſondern ſtark gefärbten Plangläſern verſehen, die man vor das Augenglas vorſchraubt, wenn man die Sonne beobachten will. Auf dieſe Art läſt ſich der Stand der Flecken in der Sonnenſcheibe durch Mikrometer oder aſtronomiſche Netze ſehr genau beſtimmen. Die gefärbten Gläſer hat Scheiner ſchon gebraucht, und dem damit verſehenen Fernrohre damals den Namen des Helioſkops gegeben (ſ. *Weidler* Progr. Helioſcopia emendata et illuſtrata. Viteb. 1734. 4.)

Die meiſten Sonnenflecken erſcheinen in der Mitte ſchwarz, am Rande mit einem bräunlichen oder weißgrauen Nebel umgeben. Dieſen Nebel (atmoſphaera) vergleicht Hevel (Proleg. Selenogr. pag. 84.) mit dem Flecken, welchen der Hauch aus dem Munde auf einem Spiegelglaſe macht und ſagt, bisweilen erſcheine er auch gelbgrau (inſtar halonis). Oft erſcheinen ſolche Nebel oder Schattenflecken (umbræ) ganz allein, ohne ſchwarzen Kern, und breiten ſich zuweilen in ſehr große Flächen aus. Hevel ſahe einen ſolchen im Julius 1643 (Selenogr. App. p. 506.), der faſt den dritten Theil des Sonnendurchmeſſers einnahm.

Aus ſolchen Schattenflecken entſtehen in der Folge einzelne dunkle Flecken, wie Hevel im Auguſt 1643 wahrnahm.

Sonnenfackeln (Faculæ ſolares), oder Stellen, welche heller ausſehen, als das übrige Sonnenlicht, werden ſchon von Scheiner, vorzüglich aber von Hevel (Proleg. Selenogr. p. 87.) erwähnt. Huygens (Coſmotheor. L. II. p. 126.) hat keine ſehen können. Caſſini (Elemens d'Aſtron. p. 403.) erwähnt Tüpfelchen, welche heller, als der übrige Theil der Sonne, ausſehen; de la Lande aber hält ſie doch nur für den hellen Grund, der durch die Zwiſchenräume der Flecken und Schatten hervorleuchte. Herr Käſtner (Hamb. Magaz. VII. B. Leipz. 1751. 8. S. 399.) bemerkte, nebſt andern, Stellen auf der Sonne, wo das Licht ihm weiſſer, aber nicht ſo lebhaft, als das übrige, ausſahe, etwa wie Eſſigflecken auf einer polirten Metallſcheibe. Endlich iſt durch Herrn Oberamtmann Schröter (ſ. Bode aſtronomiſches Jahrbuch für 1792.) das Daſeyn dieſer Lichtflecken auſſer Zweifel geſetzt. Er findet durch ſeine vortreflichen Herſcheliſchen Teleſkope die Sonne niemals ohne Lichtadern und Striemen, welche heller, als das übrige, ausſehen. Eine Gattung derſelben zeigt ſich zwiſchen und auf den dunkeln Flecken und ihren Nebeln, und iſt ſehr veränderlich; eine andere beſteht aus einzelnen Lichtflecken auf der reinen Sonnenſcheibe, welche nicht ſcharf begrenzt, von irregulärer Geſtalt, höchſtens 6 – 8 Sec. im Durchmeſſer, ſind, gewöhnlich in Gruppen bey einander liegen, und wie Landſchaften voll Berge und Thäler, oder wie ein fleckenweis mit Wolken belegter Himmel erſcheinen.

Die Sonnenflecken ſind äuſſerſt veränderlich. Scheiner ſahe ſie ihre Geſtalt ändern, wachſen, abnehmen, ſich in Nebel oder Schatten verwandlen und ganz verſchwinden; de la Hire (Mém. de Paris 1702 p. 137.) ſahe einen, der ſich in mehrere zertheilte. Einige, die verſchwunden waren, ſchienen in der Folge auf eben der Stelle wiederzukommen; doch hat man keinen geſehen, deſſen Erſcheinung über 70 Tage gedauert hätte (*Caſſini* Elem. d'Aſtr. p. 81).

Ihre Menge iſt eben ſo abwechſelnd. Um das Jahr 1611, da ſie zuerſt entdeckt wurden, fand man faſt nie-

mals die Sonne ohne Flecken; Scheiner hat deren einmal 50 gezählt. Bald darnach wurden ſie ſeltner, und von 1650 – 1670 hat man kaum einen oder zween beobachtet. Von 1695 – 1700 ſahe man gar keine; dann wurden ſie wieder häufiger bis 1710, wo man bis 1713 nur wenige ſahe; ſeitdem aber hat man faſt immer einige wahrgenommen; Herr de la Lande erinnert ſich nicht, von 1749 an jemals die Sonne beobachtet zu haben, ohne Flecken auf ihr zu finden. Am 23 Sept. 1785 fand Herr Hofaſtronom König in Mannheim 38 dunkelſchwarze Flecken von verſchiedener Größe in der Sonne, welche, wenn ſie in eine Maſſe vereinigt vor derſelben geſtanden hätten, eine 4½ Zoll große Sonnenfinſterniß hätten verurſachen können. Auch Herr Schröter erwähnt Fleckenſammlungen aus einer Menge dunkler Kern- und Nebenflecken, die bisweilen einen ſechszehn mal größern Flächenraum, als den unſerer Erde, einnehmen.

Alle Sonnenflecken ſcheinen, ſo lang ſie ſichtbar ſind, ziemlich parallel mit einander von Oſten nach Weſten durch die Sonnenſcheibe fortzurücken. Wenn ein Flecken lang genug dazu dauert, bringt er ohngefähr 12 – 13 Tage zu ehe er durch die ganze Sonnenſcheibe hindurchkömmt: dann ſieht man ihn 14 – 15 Tage lang nicht, und nun kömmt er wieder am öſtlichen Rande da zum Vorſchein, wo man ihn vor 27 Tagen ſahe. Dieſe Bewegung, welche allen Sonnenflecken gemein iſt, ſcheint gegen die **Ordnung der Zeichen** zu gehen, ſ. **Folge der Zeichen**, und die Zeit, binnen welcher jeder Flecken wieder an die vorige Stelle zurückkömmt, wird von Caſſini (Elemens d'Aſtr. L. II. ch. 1. probl. 5.) aus ſehr vielen Beobachtungen auf 27 Tage, 12 St. 20 Min. geſetzt.

Um den Anfang des Junius, wenn die Sonne im 10° ♊ ſteht, beſchreiben die Sonnenflecken gerade Linien, welche von Norden nach Süden hinabgehen, und mit der Ekliptik Winkel von 7½° machen. In den folgenden Monaten fangen ſich dieſe Bahnen an zu krümmen, und bilden Ellipſen, deren große Axe immer mehr der Ekliptik parallel

wird, und deren Hölung ſich aufwärts, oder gegen Norden kehret. Zu Anfang des Septembers, wenn die Sonne in 10° ♍ ſteht, haben dieſe Ellipſen die gröſte Eröfnung; alsdann iſt ihre große Axe der Ekliptik parallel, und verhält ſich zur kleinen Axe, wie 100: 13. Von dieſer Zeit an wird die Krümmung der Bahnen wieder geringer, und ihre große Axe hebt ſich gegen die Ekliptik aufwärts, ſo daß um den Anfang des Decembers im 10° ♐ die Flecken in geraden Linien von Süden nach Norden hinauf gehen, und die Ekliptik wieder unter Winkeln von $7\frac{1}{2}$° ſchneiden. Hierauf krümmen ſich dieſe Bahnen aufs neue in Ellipſen, die aber nun die hohle Seite unterwärts oder gegen Süden kehren, bis ſie zu Anfang des März im 10° ♓ die gröſte Eröfnung bekommen, wobey die große Axe wiederum der Ekliptik parallel, und gegen die kleinere im Verhältniße 100 zu 13 iſt. Nach dieſer Zeit nimmt die Krümmung wieder ab, die Richtung der Bahnen neigt ſich gegen die Ekliptik, und erlangt mit dem Anfang des Junius aufs neue die zuerſt beſchriebene Beſchaffenheit. Taf. XXII. Fig. 6. zeigt dieſe ſcheinbaren Bahnen der Sonnenflecken in den vier vornehmſten Standpunkten ſo, daß EL die Ekliptik iſt, die Flecken aber bey A ein- und bey B austreten.

Umwälzung der Sonne um ihre Axe. Sonnenäquator.

Aus den erzählten Bewegungen der Sonnenflecken folgerten ſchon die älteſten Beobachter derſelben, Fabricius und Scheiner, eine Umwälzung der Sonne um ihre Axe. Nimmt man nemlich an, die Flecken befänden ſich auf der Fläche der Sonnenkugel ſelbſt, ſo folgt dieſe Umwälzung aus den Erſcheinungen unwiderſprechlich. Nun könnte man zwar die Flecken für beſondere Körper halten, die mit eignen Bewegungen ſo um die Sonne giengen, wie etwa unſer Mond um die Erde. Aber von der großen Menge veränderlicher Flecken, an denen allen man doch ſeit 180 Jahren dieſe übereinſtimmende Bewegung ohne Ausnahme

wahrgenommen hat, läßt ſich dieſes ſchwerlich denken; mithin kan keine andere Vorſtellung angenommen werden, als daß die Sonne ſelbſt ſich drehe, und die Flecken mit ſich herumführe.

Die Umſtände dieſer Umdrehung ſind von den neuern Aſtronomen durch genauere Beobachtungen beſtimmt worden. Methoden hiezu lehren **Hauſen** (Theoria motus Solis circa proprium axem. Lipſ. 1726. 4.) **de l'Jsle** (Mém. pour ſervir à l'hiſt. et aux progrès de l'aſtr. à St. Petersb. 1738 p. 138. 4. ſqq.), **Caſſini** (Elem. d'Aſtr. L. II. ch. 1.) durch Zeichnung; Formeln zur Berechnung geben **Käſtner** (Nov. Comment. Gotting. To. I. 1770. p. 110.) **de Silvabelle** (Mém. preſentés à l'Acad. des ſc. To. IV.), und **Joh. Alb. Euler** (Nov. Comm. Petrop. To. XII. p. 273.), letzterer in der Vorausſetzung, daß die Flecken ein wenig von der Sonne abſtehen. Es wäre zu wünſchen, daß dieſe Methoden mehr auf Beobachtungen angewendet würden, um die Umſtände der Umdrehung, die man insgemein nach **Caſſini** angiebt, genauer zu beſtimmen. Wichtige Aufſätze dieſer Art hat man von **de la Lande** (Mém. de Paris 1777. p. 457.). und **P. Fixlmillner** (in den berl. Ephemeriden für 1780. Samml. S. 188.)

Obgleich die Flecken, aus der Erde geſehen, gegen die Ordnung der Zeichen gehen, ſo iſt doch klar, daß ſie aus dem Mittelpunkte der Sonne geſehen, dieſer Ordnung folgen müſſen. Alſo erfolgt die Umwälzung um die Axe in der That nach der Folge der Zeichen, oder nach eben der Richtung, nach welcher die Planeten um die Sonne laufen, ſ. **Folge der Zeichen**.

Die Zeit, binnen welcher ein Flecken, der lange genug dauert, zu ſeiner vorigen Stelle wiederkehrt, ſey = t, die Zeit des Sonnenjahrs = T. Taf. XXII. Fig. 7 ſey in C die Sonne, in T die Erde, welche einen Flecken m gerade vor dem Mittelpunkte der Sonne C ſieht. Indem ſich die Sonne einmal umwälzt, und den Flecken nach m zurückbringt, geht die Erde in ihrer Bahn nach eben der Richtung von T gegen V fort, und der Flecken ſcheint ihr erſt alsdann wieder vor der Mitte der Sonne C zu ſtehen,

wenn er über eine völlige Umdrehung von m bis m, noch das Stück mn zurückgelegt hat. Dieſes mn verhält ſich zum ganzen Umkreiſe wie TV zu ſeinem ganzen Umkreiſe, d. i., (weil man hier die Bewegung von T gleichförmig annehmen kan) wie t : T, oder wie $\frac{t}{T}$: 1. In der Zeit t iſt alſo die Umwälzung $1 + \frac{t}{T}$ mal zurückgelegt worden; daher wird die Zeit der einfachen Umwälzung von m bis m = t dividirt durch $1 + \frac{t}{T}$, oder = $\frac{Tt}{T+t}$. Dies giebt, wenn man mit Caſſini t = 27 Tage 20 Min. ſetzt, die Umdrehungszeit der Sonne = 25 Tage 14 St. 8 Min. Nach genauern Beſtimmungen geben de la Lande 25 T. 10 St., Fixlmillner 25 T. 13 St. 27 – 44 Min.; Herr Oberamtmann Schröter (in Bode aſtr. Jahrb. für 1792) zeigt, daß ſich viele Schwierigkeiten finden, dieſe Periode bis auf kleine Zeitmomente genau zu beſtimmen.

Die Taf. XXII. Fig. 6. vorgeſtellten Erſcheinungen geben zu erkennen, daß ſich die Sonne um ihre Axe ſo umdrehe, wie es Fig. 8. abbildet. Hier iſt die Kugel pasq die Sonne; der perſpectiviſch abgebildete Kreis, in welchem die Punkte 10° ♐, ♓, ♊, ♍ bezeichnet ſind, ſtellt die Eklip-tik, oder jährliche Bahn der Erde vor. Die Sonne drehet ſich nach der Richtung a q um die Axe PS, welche mit der Ebne der Ekliptik den Winkel Pcl von $82\frac{1}{2}$ Grad macht. Dieſe Sonnenaxe neigt ſich gegen die Punkte 10° ♓ und 10° ♍, und beſtimmt auf der Fläche der Sonne den nordlichen Pol p und den ſüdlichen s. Der gröſte Kreis aq iſt der Sonnenäquator, deſſen Ebne die Ekliptik el unter dem Winkel ace von $7\frac{1}{2}$ Grad ſchneidet; die Durchſchnittspunkte beyder Ebnen fallen in die gerade Linie, welche von 10° ♐ bis 10° ♊ geht, welche Punkte gleichſam die Knoten des Sonnenäquators vorſtellen. Alle Flecken bewegen ſich bey dieſer Umdrehung in Kreiſen, welche mit aq parallel laufen.

Hieraus werden nun die Fig. 6. abgebildeten Erſcheinungen ihrer Bahnen leicht begreiflich. Wenn die Erde um den 1 Jun. in 10° ♐ ſteht, und alſo die Sonne gegen über im 10° ♊ ſieht, ſo befindet ſie ſich im Knoten des Sonnenäquators; ſie betrachtet alſo dieſen Kreis aq aus ſeiner Ebne ſelbſt, mithin erſcheint ihr derſelbe, ſo wie alle mit ihm parallele Bahnen, geradlinigt. Dieſe geraden Linien gehen von a nach q, d. i. von oben herabwärts, und machen mit der Ekliptik Winkel von $7\frac{1}{2}°$ = ace. Zu dieſer Zeit ſtehen die Pole der Sonne p und s, beyde im Rande der ſichtbaren Sonnenſcheibe. Nach einem Vierteljahre kömmt die Erdkugel nach 10° ♓ und ſieht die Sonne gegen über im 10° ♍. Hier wird der Kreis aq aus einem Punkte betrachtet, der auſſer ſeiner Ebne liegt; er muß alſo, wie eine Ellipſe, erſcheinen, deren ſichtbare Helfte oberwärts hohl iſt. Die halbe große Axe dieſer Ellipſe iſt dem Halbmeſſer der Sonne, die halbe kleine Axe der Linie qr gleich, daher ſich beyde Axen, wie cq : qr, d. i. wie ſin. tot : ſin $7\frac{1}{2}°$ oder faſt, wie 100 : 13 verhalten müſſen. In dieſer Stellung der Erde iſt blos der Nordpol der Sonne p ſichtbar, der Südpol s befindet ſich in der von der Erde abgewendeten Helfte.

Die Erſcheinungen im Anfange des Decembers und März aus 10° ♊ und 10° ♍ ſind den beyden vorigen ähnlich, nur in Abſicht auf die Lage entgegengeſetzt, ſo daß im December die geradlinigten Bahnen von q nach a, d. i. von Süden nach Norden aufwärts gehen, und im März die Ellipſen ihre hohle Seite unterwärts kehren. So werden auch die Erſcheinungen in den Zwiſchenzeiten vollkommen begreiflich. Dieſe vollſtändigen Erklärungen laſſen über die Umwälzung der Sonne nicht den mindeſten Zweifel zurück.

De la Lande ſetzt aus Vergleichung mehrerer Beobachtungen die Knoten des Sonnenäquators nicht in den 10ten, ſondern in den 18ten Grad der Zwillinge und des Schützen, und giebt den Winkel ace oder die Neigung des Sonnenäquators gegen die Ekliptik 7° 20′ an.

Kepler (Aſtronomia nova, tradita Comment. de motibus ſtellae Martis, Pragae, 1609. fol. in Introduct.) hatte ſchon vor Entdeckung der Sonnenflecken an eine Umwälzung der Sonne um ihre Axe gedacht, mittelſt welcher ſie die Planeten um ſich führen könnte. **Descartes** benützt dieſe Umwälzung, um den Wirbel in Bewegung zu ſetzen, der alle Planeten um die Sonne führt, wobey es ein günſtiger Umſtand iſt, daß Umwälzung der Sonne und Bewegung der Planeten beyde nach einerley Richtung, nemlich nach der Ordnung der Zeichen, gehen. Aber nach **Newtons** Mechanik des Himmels beſteht die Umdrehung der Sonne ganz für ſich, ohne einigen Einfluß auf die Umläufe der übrigen Weltkörper zu haben.

Dennoch bleibt der Sonnenäquator allemal in unſerm Sonnenſyſtem die einzige Ebne in ihrer Art — eine Ebne, deren Lage ganz allein durch die Umdrehung des Hauptkörpers beſtimmt wird, von allen Beziehungen anf andere Körper frey, und ſo viel wir wiſſen, unveränderlich iſt, welches man weder von der Ekliptik, noch von irgend einer andern Ebne im Weltſyſtem ſagen kan. Daher hat Caſſini vorgeſchlagen (Mém. de Paris 1734. p. 146.), die Stellungen der Planeten lieber auf den Sonnenäquator, als auf die Erdbahn, zu beziehen. Dieſem an ſich ſchicklichen Vorſchlage ſteht aber das entgegen, daß die Beſtimmung der Lage des Sonnenäquators ſelbſt allzufeine Beobachtungen erfordert, und daher immer ſchwer und unſicher bleibt.

Meinungen über die Natur der Sonnenflecken.

Bey Unterſuchung der Natur der Sonnenflecken kömmt es zuerſt in Frage, ob ſie wohl auf der Fläche der Sonne ſelbſt liegen, oder ob ſie über dieſe Fläche erhaben ſind und frey ſchweben. Die Erſcheinungen enthalten nichts, was uns nöthigte, das letztere anzunehmen. Man bemerkt an ihnen keine Parallaxe gegen die Sonne, und der Umſtand, daß ſie etwas länger unſichtbar, als ſichtbar, ſind, erklärt ſich leicht daraus, daß ſie, wegen der Wendung und Ver-

kürzung der Fläche, am Rande der Sonnenkugel nicht geſehen werden können. Zwar hat **Wolfgang Kraft** (Comment. Acad. Petrop. To, VII. ingl. in Diſſ. I. de Atmoſphaera Solis. Tubing. 1746. Diſſ. II. 1747. 4.) aus dieſem Umſtande ihren Abſtand von der Sonne folgern und beſtimmen wollen, aber dabey die Bewegung der Erde in Betrachtung zu ziehen vergeſſen. Da die Flecken am Rande der Sonne äuſſerſt ſchmal, als dünne Striche erſcheinen, gegen die Mitte aber weit breiter und runder werden, ſo kan man hieraus mit **de la Lande** ſchließen, daß ſie auf die Oberfläche der Sonne ſelbſt haften. Wären ſie über dieſelbe, als freyſchwebende beſondere Körper, erhaben, ſo müſten ſie uns am Rande einen eben ſo großen Theil der Sonne, als in der Mitte, verdecken.

Bald nach der erſten Entdeckung hielten viele die Sonnenflecken für eigne um die Sonne laufende Planeten. **Johann Tarde** (Borbonia ſidera, falſo maculae Solis nuncupata, Pariſ. 1620. 4.) und ein Niederländer (*Malapertii* Sidera Auſtriaca periheliaca. Duaci 1627. 4.) gaben dieſen vermeinten Planeten eigne Namen. Selbſt **Otto von Guericke** (Exp. nova de ſpatio vacuo. L. I. c. 13. p. 21.) läſt die Flecken als Planeten um die Sonne laufen. Aber dieſe Meinung widerlegt ſich durch den Mangel des Abſtands von der Sonne und durch ihre Vergänglichkeit.

Galilei, der dem Syſteme der Unvergänglichkeit der Himmel nicht geneigt war, hielt ſie für eine Art von Rauch und Wolken, oder auch für Schaum auf dem großen Meere von feiner flüßiger Sonnenmaterie. Auch **Hevel** (Selenogr. p. 83.) iſt dieſer Meinung, und Herr **von Wolf**, der die Himmelskörper nach lauter von der Erde abſtrahirten Begriffen beurtheilt, erklärt die Sonnenflecken ganz entſcheidend für Wolken oder Sammlungen der aus dem Sonnenkörper aufgeſtiegnen Dünſte. Dieſe Erklärung möchte wenigſtens einen andern Begriff von Wolken, als den gewöhnlichen, vorausſetzen. Sammlungen lockerer Dünſte könnten doch das dort ſo dichte Sonnenlicht nicht ſo ſtark aufhalten, daß ſie ſich als ganz ſchwarze Kerne zeigten.

Nach unſern Begriffen zu urtheilen, möchte auch die Heftigkeit der Hitze Wolken, wie die unſrigen ſind, keine ſo lange Dauer geſtatten; auch könnte ihre Bewegung nicht ſo regelmäßig ſeyn, als wir ſie bey den Flecken wahrnehmen.

Diejenigen, welche die Sonne für ein brauſendes Feuermeer hielten, wie Scheiner, Kircher u. a. haben nicht verabſäumt, die Flecken als Rauch- und Dampfwolken, und die Fackeln als Oefnungen der heftiger brennenden Feuerſchlünde darzuſtellen, ſ. Sonne. Sie bilden dies ſo ab, als ob ſie es mit Augen geſehen hätten. Aber dieſes Bild der Sonne iſt ſo ungereimt, daß es ſelbſt von Wolfen für erdichtet gehalten wird.

Andere hielten die Sonnenflecken für Ausdünſtungen der Planeten, welche in die Sonne fielen, um ihren Brand zu nähren. So hat ſie Wiedeburg (Neue Muthmaßungen über die Sonnenflecken ꝛc. Gotha 1776. 4.) für Körper erklärt, die ſich in die Sonne ſtürzen, um zu Kometen und endlich zu Planeten oder Monden gebildet zu werden. Gegen dieſes ſchon ziemlich alte Generationsſyſtem der Weltkörper hat bereits Lambert in ſeinen kosmologiſchen Briefen das nöthige erinnert.

In der Folge, da man mehr überzeugt ward, daß die Flecken auf der Oberfläche der Sonne ſelbſt lägen, änderten ſich auch die Meinungen über ihre Natur. De la Hire (Mém. de Paris. 1700. 1702.) hielt ſie für Hervorragungen einer dichten, dunkeln und unförmlichen Maſſe, die in der flüßigen leuchtenden Materie der Sonne ſchwimme, und ſich manchmal in dieſelbe ganz eintauche. Dieſe ſchwimmende dunkle Maſſe müſte bisweilen zergehen und ſich in mehrere Stücken zertheilen, bisweilen ſich auch in wenigere Stücken vereinigen. Ueberdies müſten ſolche frey ſchwimmende Maſſen öfters ihren Ort gegen einander ändern, welches man doch an den Flecken nie wahrnimmt. Hauſen (Theoria motus ſolis &c.) muthmaßte, es könnten Stücke aus dem Innern der Sonne, das nicht glühe, auf die Oberfläche geworfen werden, durch eine Gewalt, wie bey uns die Vulkane darſtellen. Aber dieſer Meinung ſtehen alle die Schwierigkeiten entgegen, die es

überhaupt verbieten, die Sonne für brennend oder glühend anzunehmen.

Herr de la Lande glaubt, die Beſtändigkeit des Orts der Flecken in der Sonne nöthige ſchlechterdings, ſie für Maſſen zu halten, die am Sonnenkörper feſt ſind. Dies hat auch ſchon de la Hire für möglich gehalten, und ſeine vorhin erwähnte Hypotheſe dahin modificirt, daß die dunkeln Maſſen wirkliche Hervorragungen des Sonnenkörpers ſeyn könnten, die ſich wie Klippen über das leuchtende Fluidum auf der Oberfläche erhöben, die Nebel aber ſeichte Stellen, die das leuchtende Fluidum wenig bedeckte, und die gleichſam Sandbänke um dieſe Klippen bildeten. Dieſer Muthmaßung giebt de la Lande vielen Beyfall.

Hievon weicht auch dasjenige nur wenig ab, was Hr. Bode (Beſchäftigungen der berliner Geſ. naturforſchender Freunde, II. B. Berlin, 1766. gr. 8. S. 225 u. f.) vorgetragen und in hohem Grade wahrſcheinlich gemacht hat. Nach der Meinung dieſes mit Recht beliebten Schriftſtellers iſt die Sonne ein dunkler Körper, wie unſere Erde, der aus Land und Waſſer beſteht, Berge und Thäler auf ſeiner Oberfläche hat, und um den ſich eine Atmoſphäre verbreitet. Auf dieſen Körper hat der Schöpfer die Lichtmaterie zuſammengebracht, welche um ſelbigen, wie die Luft um unſern Erdball, ſtrömet. Dieſe Photoſphäre zieht ſich zuweilen auf der Sonne hie und da zurück, und läßt uns alsdann durch die in ihr entſtehenden Oefnungen Theile von der dunkeln Oberfläche der Sonne ſelbſt ſehen. Sind dieſe entblößten Stellen der Sonne ſo beſchaffen, daß ſie nur wenig Licht zurückwerfen, wie z. B. ein Meer, ein ſchattigtes Thal, eine tiefe Grube, ſo erſcheint uns ein mehr oder minder ſchwärzlicher Sonnenfleck; ſind es ſolche, die mehr Licht zurückſenden, z. B. ſandiges Erdreich, ſo ſehen wir einen weißlichen Fleck oder eine Sonnenfackel. Die Nebel ſind entweder wirklich hellere Theile auf der Sonnenfläche, die den dunkeln Fleck in der Mitte, der vielleicht eine tiefe Grube iſt, umſchließen, oder ſie rühren davon her, daß der Lichtüberzug um die Ränder der Oefnung herum ſehr dünn iſt, und die dunkle Fläche durchſchimmern

läſt. Hiedurch erklärt Herr **Bode** die meiſten Erſcheinungen und Veränderungen der Sonnenflecken ſehr wahrſcheinlich und ungezwungen.

Alexander Wilſon (On the ſolar ſpots in den Philoſ. Trans. Vol. LXIV. P. I. p. 1.) giebt nach ſchön gezeichneten Beobachtungen die Sonnenflecken für koniſche Gruben in der Sonnenfläche, und die Nebel für den Abhang um den obern Theil der Grube aus. Nach ſeinen Beobachtungen zeigen die Flecken, wenn ſie nahe an den Sonnenrand kommen, an der äußern Seite eine Dunkelheit, die ſich allmählich in Licht verläuft, an der innern hingegen ſchneidet ſich das Dunkle vom Hellen mit einer ſcharfen Linie ab. Vollkommen ſo müſſen dunkle Gruben auf einer hellen Kugel erſcheinen. Er hält demnach die Sonne für einen dunkeln Körper mit einem leuchtenden Ueberzuge; die Fläche des Körpers ſey uneben, der Ueberzug trenne ſich bisweilen, und laſſe ſolche Tiefen leer, fließe aber endlich wieder darüber. Auch Herr **Kratzenſtein** verſichert, dieſes grubenähnliche Anſehen der Flecken ſchon ſeit 1769 wahrgenommen zu haben (Acta litterar. univerſ. Hafnienſ. 1778. n. V.)

Nach Herrn **Schröters** Beobachtungen (in **Bode** aſtronom. Jahrbuch für 1792) hat die Sonne eine ihr eigenthümliche Atmoſphäre, die einer auf das Klima ſich beziehenden Verdickung und Erheiterung fähig iſt. Einige dunkle Flecken ſind atmoſphäriſchen Urſprungs, einige können wirkliche Theile der Sonnenfläche ſeyn. Unter den Lichtadern oder Sonnenfackeln giebt es einige, welche Projectionen von Abhängen und Anhöhen ſind, andere ſind ſich hebende Theile der Sonnenatmoſphäre. Uebrigens pflichtet Herr S. der Meinung bey, daß die Sonne urſprünglich planetenartig ſey, und blos eine Lichtatmoſphäre oder Photoſphäre um ſich habe, von der ſie ihren Glanz entlehne. Dieſe Lichtſphäre iſt zunächſt an der Sonne am dichteſten, durchdringt aber mit ihren feinſten Theilen einen beträchtlichen Raum des Sonnengebiets, und wird uns im Thierkreislichte ſichtbar; nahe bey der Sonnenfläche vermiſcht ſie ſich mit dem Luftkreiſe der Sonne, woraus die mannigfal-

Bayerische Staatsbibliothek München

tigen Erſcheinungen der Sonnenflecken entſtehen. Die Lichtſphäre iſt an ſich ſelbſt unſichtbar, aber ihre Stralen fallen theils durch die körperlichen Theile des eigentlichen Dunſtkreiſes und der Oberfläche der Sonne ſelbſt in unſre Augen, und machen, daß wir ſowohl den Sonnenkörper als auch ſeine Atmoſphäre verſchiedentlich leuchten ſehen, je nachdem ſie ihren verſchiedenen Beſtandtheilen gemäß das Licht lebhafter oder ſchwächer zurückſenden. Ganz ähnliche Gedanken von der Sonnenatmoſphäre und der Natur ihrer Flecken hat auch Herr Rector **Fiſcher** in Halberſtadt (im 1ſten Stück der fliegenden Blätter, Neuj. 1783. S. 14, und im aſtronom. Jahrbuche für 1791. S. 195.) geäuſſert.

Weidler Hiſt. aſtron. Viteb. 1741. 4. Cap. XV. §. 13. 14.

Scheibel Einl. in die mathem. Bücherkenntniß, 18tes St. Breslau, 1789. 8. S. 65. u. f.

de la Lande aſtronomiſches Handbuch, a. d. franz. Leipz. 1775. gr. 8. §. 932 u. f.

Bode kurzgefaßte Erläuter. der Sternkunde, I. Theil, §. 393. u. f.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtron. Göttingen, 1781. 8. §. 160. u. f.

Gedanken über die Natur der Sonne und Entſtehung ihrer Flecken von J. E. Bode in den Beſchäft. der berliner Geſ. naturforſchender Freunde, II. B. S. 225. u. f.

Sonnenjahr, Annus ſolaris, *Année ſolaire.* Die Zeit, binnen welcher die Sonne, ihrer eignen Bewegung nach, einen Umlauf um den Himmel zu vollenden, oder durch alle zwölf Zeichen des Thierkreiſes zu gehen ſcheint. Da die Bewegung der Sonne nur ſcheinbar iſt, ſo macht das Sonnenjahr eigentlich die Zeit aus, binnen welcher die Erde einen Umlauf um die Sonne vollendet. Man kan aber die Standpunkte, nach welchen die Vollendung eines Umlaufs abgemeſſen wird, verſchiedentlich wählen.

Wenn man die Fixſterne als ganz unbeweglich anſieht, ſo dauert ein Umlauf der Erde ſo lange, als die Sonne Zeit braucht, um von einem Fixſterne bis wieder zu demſelben zu gelangen. Dieſer Zeitraum, welcher

365 T. 6 St. 9 Min. 11, 2 Sec.

Bayerische Staatsbibliothek München

begreiſt, heißt gewöhnlich das **Sternjahr.** Rechnet man den Umlauf von der Sonnenferne bis wieder zu derſelben, ſo beträgt dieſe **anomaliſtiſche Umlaufungszeit** noch 6 Min. mehr, weil die Sonnenferne jährlich unter den Fixſternen fortrückt, ſ. **Sonnenferne.**

Für die Eintheilung der Zeit iſt es bequemer, den Umlauf von Nachtgleiche zu Nachtgleiche zu rechnen, weil der Wechſel der Taglängen und Jahrszeiten durch den Stand der Sonne gegen die Aequinoctialpunkte beſtimmt wird. Da nun die Nachtgleichen jährlich um 50″ vorrücken, ſo kömmt die Sonne zur vorigen Nachtgleiche eher zurück, als zum vorigen Fixſterne, und dieſe Umlaufszeit, welche eigentlich den Namen des Sonnenjahrs, oder des **tropiſchen Sonnenjahrs** führet, beträgt nur

365 T. 5 St. 48 Min. 45 Sec. 30 Tert.

Die **bürgerlichen Sonnenjahre** des Kalenders, welche aus einer vollen Anzahl von Tagen beſtehen müſſen, ſind entweder gemeine von 365, oder **Schaltjahre** von 366 Tagen. Umſtändlicher wird von dieſem allen bey den Worten: **Jahr, Kalender,** gehandlet.

Sonnenmikroſkop, Microſcopium ſolare, *Microſcope ſolaire.* Dieſen Namen führt eine Vorrichtung, durch welche man vergrößerte Bilder kleiner von der Sonne ſtark erleuchteter Gegenſtände auf einer Wand oder Tafel im verfinſterten Zimmer darſtellen kan.

Aus der Theorie der Linſengläſer iſt bekannt, daß Gegenſtände wie ab Taf. XXII. Fig. 9, die von einem erhabnen Glaſe C etwas weiter, als der Brennpunkt F, entfernt ſind, hinter dem Glaſe, in AB, ein großes umgekehrtes Bild machen, ſ. **Linſengläſer** (Th. II. S. 913.). Dieſes Bild wird ſehr vergrößert ausfallen, wenn CA gegen Ca groß iſt. Dabey kan es aber nicht mehr Licht haben, als der Gegenſtand ab auf das Glas ſendet; bey ſehr ſtarken Vergrößerungen alſo wird ſich dieſes Licht durch den großen Raum AB verbreiten müſſen, mithin ſehr ſchwach und das Bild dunkel und unkenntlich ausfallen. Dieſem Mangel abzuhelfen, erleuchtet man den Gegenſtand ab ſtark durch

zuſammengebrachtes Sonnenlicht, und macht das Bild noch kenntlicher, indem man von dem Platze AB, auf den es fällt, alles andere Licht abhält, oder das Zimmer verfinſtert. Die Erleuchtung der Gegenſtände ab, beſonders ſolcher, welche viel Licht durchlaſſen, wird bewirkt, indem man das Sonnenlicht mit einem Spiegel EG auffängt, der es auf ein erhabnes Glas D und durch daſſelbe auf die Rückſeite des Gegenſtands ab wirft.

Weil der Gegenſtand ab mit der vergrößernden Linſe C hier eben ſo, wie im wilſoniſchen Mikroſkop, verbunden, iſt, ſ. Mikroſkop (Th. III. S. 221 u. f.), ſo beſteht das gewöhnliche zu durchſichtigen Gegenſtänden dienende Sonnenmikroſkop aus einer Röhre, einem Erleuchtungsglaſe, einem Planſpiegel und einem gemeinen wilſoniſchen Mikroſkope. Die Röhre iſt von Meßing, ohngefähr 2 Zoll weit und in einer runden hölzernen Büchſe oder Kugel befeſtiget, welche in einer viereckigten Tafel nach Belieben gedreht werden kan. Dieſe Tafel läſt ſich in ein viereckigtes Loch in einem Fenſterladen einlegen, wodurch man das Fenſter ſo genau verſchließen kan, daß kein Licht anders, als durch die Röhre, ins Zimmer fällt. An der Auſſenſeite der Tafel iſt mittelſt eines Gewindes der Spiegel EG befeſtiget, welcher durch einen aus Gelenken zuſammengeſetzten und durch die Tafel gehenden Stab, oder durch andere mechaniſche Anſtalten, geſtellet werden kan, daß er die Sonnenſtralen durch die Röhre in das verfinſterte Zimmer ſo wirft, als ob die Sonne in der Axe der Röhre ſtünde. An dem Ende der Röhre nach auſſen hin iſt das Erleuchtungsglas D, und am andern Ende ins Zimmer hinein ein wilſoniſches Taſchenmikroſkop angeſchraubt, welches das zu betrachtende Object in einem Schieber feſthält. Die Sonnenſtralen, von dem Erleuchtungsglaſe auf das durchſichtige Object geleitet, entwerfen von dieſem auf der gegenüberſtehenden Wand des Zimmers, oder auf einem dagegengeſtellten Schirme von weiſſem Papier ein deutliches und ſchönes Bild, ſo ſehr vergrößert, als ſich jemand, der es nicht ſelbſt geſehen hat, kaum vorſtellen würde.

Nach der Anzeige des Herrn Baron von Gleichen, genannt Rußworm (Abhandl. vom Sonnenmikroſkop. Nürnb. 1781. 4.) ſoll Balthaſaris in Erlangen ſchon 1710 ein Sonnenmikroſkop erfunden haben. In der hier beſchriebenen Geſtalt aber ward dieſe ſchöne Erfindung erſt um das Jahr 1738 oder 1739 von dem D. Lieberkühn gemacht, der ſie bey ſeinem Aufenthalte in England im Winter 1739 verſchiedenen Gelehrten und Künſtlern, vornehmlich dem Herrn Cuff, zeigte, der hierauf dergleichen Werkzeuge ſehr vollkommen und in großer Anzahl verfertigte. Die erſte Nachricht hievon giebt Baker (Philoſ. Trans. Vol. XLI. No. 458. Sept. 1740. p. 508.), welcher durch ein ſolches Inſtrument die Adern in dem Gekröſe eines Froſches bis auf 2 Zoll im Durchmeſſer vergrößert, und die darinn rollenden Blutkügelchen ſo groß, als Pfefferkörner, geſehen hatte.

Man kan durch dieſes Inſtrument die Vergrößerung erſtaunlich hoch treiben. Es iſt nichts ſeltnes, kleine Gegenſtände, z. B. die Schlängelchen im Eßig, Gelenke eines Flohfußes, Staubfedern eines Schmetterlingsflügels u. dergl. ſo zu vergrößern, daß das Bild die ganze Höhe einer Wand von 9 und mehr Ellen einnimmt. Dabey hat man den Vortheil, daß dieſes koloſſaliſche Bild aus einer ſchicklichen Entfernung bequem und von mehr Perſonen zugleich betrachtet werden kan. Sehr nahe betrachtet, fällt es doch zu undeutlich aus, ſobald die Vergrößerung ſtark wird. Bey mäßigen Vergrößerungen hingegen läſt ſich zu Abzeichnung mikroſkopiſcher Gegenſtände nichts ſchicklichers erdenken.

Man kan dieſes Werkzeug auch ſehr leicht mit einer tragbaren Camera obſcura verbinden, und das Bild auf einer Scheibe von mattgeſchliffenem Glas oder auf einem Papiere auffangen, wobey die Vorſtellung ſehr deutlich wird, wenn nur Bild und Auge völlig im Dunkeln ſtehen. Beſchreibungen hievon findet man bey Ledermüller (Nachleſe ſ. mikroſkop. Gemüths- und Augenergötzung. Nürnberg, 1762. 4. S. 41 u. f. Tab. XXI. XXII.) und Brander (Kurze Beſchreibung einer ganz neuen Camerae obſcurae,

und eines Sonnenmikroſkops. Augſp. 1769. 8. In dieſer Geſtalt iſt es zum Abzeichnen noch bequemer.

Das beſtändige Fortrücken der Sonne, welches von Zeit zu Zeit eine veränderte Stellung des Spiegels EG erfordert, iſt beym Gebrauche des Sonnenmikroſkops ungemein hinderlich. Gewöhnlich giebt man dem Spiegel die Bewegung durch zwo Schrauben, deren eine ihn horizontal, die andere vertikal umwendet. Weil aber die Schrauben inwendig im Zimmer gedreht werden müſſen, wo man Spiegel und Sonne nicht ſehen kan, ſo hält es ſchwer und erfordert Uebung, den Spiegel gehörig zu ſtellen. s'Gravesande hat unter dem Namen Helioſtata eine Vorrichtung angegeben, welche mittelſt eines Uhrwerks den Spiegel ſo herumdreht, daß ſeine Stellung immer dem jedesmaligen Stande der Sonne gemäß bleibt, wodurch die Sonnenſtralen jederzeit horizontal ins Zimmer geworfen, und gleichſam ſtillſtehend gemacht werden. Dieſen Helioſtat beſchreibt Martin (Philoſophia Britann. deutſche Ueberſ. Leipz. 1772. gr. 8. III. B. S. 106 u. f.); er ſcheint aber doch mühſam zu ſtellen und zum gemeinen Gebrauche zu koſtbar zu ſeyn. Wiedeburg (Beſchreibung eines verbeſſerten Sonnenmikroſkops. Nürnb. 1758. 4. neue Aufl. 1775. 4.) läſt den Spiegel durch ein Räderwerk zwiſchen zwo Platten bewegen, wobey zwar die erſte Richtung wegen der dabey vorkommenden Schrauben etwas langſam ausfällt, aber die wegen des veränderten Standes der Sonne nöthige Verrückung deſto behender und leichter geſchieht.

Daß die Erleuchtung beym bisher beſchriebnen Sonnenmikroſkop von der Rückſeite einfällt, veranlaßt den doppelten Nachtheil, daß man das Inſtrument nur für durchſichtige Gegenſtände brauchen kan, und daß das Bild nicht blos die Oberfläche, ſondern zugleich alles, was im Innern enthalten iſt, mit darſtellet, welches man oft nicht haben will, wenn der Zweck auf Abbildung gerichtet iſt. Daher hat man auf Erleuchtung von der Vorderſeite, oder auf ein Sonnenmikroſkop für undurchſichtige Gegenſtände (opake ſolar microſcope) gedacht.

Aepinus (Emendatio microſcopii ſolaris in Nov. Comm. Petropol. To. IX. p. 316.) erzählt, ſchon D. Lieberkühn habe ſein Sonnenmikroſkop zu Betrachtung undurchſichtiger Gegenſtände eingerichtet, ſey aber durch den Tod verhindert worden, dieſe Vorrichtung ſelbſt bekannt zu machen. Aepinus ward dadurch veranlaſſet, der Sache ſelbſt nachzudenken, und ſchlug vor, dem gewöhnlichen Sonnenmikroſkop, Taf. XXII. Fig. 10. noch zwo meßingene Platten CA, BA beyzufügen, welche bey A durch ein Gewinde verbunden, und durch die Feder m und Schraube n in der nöthigen Entfernung von einander gehalten würden. Die Sonnenſtralen ab, cd würden durch das Erleuchtungsglas auf den Spiegel db hingelenkt, der an der innern Platte BA befeſtigt wäre. Von dieſem würden ſie auf das Object ef geworfen und erleuchteten deſſen Vorderſeite, von welcher ſich dann durch die Linſe K, die in der Platte CA ſtünde, und durch eine Oefnung in der Platte BA, das Bild nach dem Schirme zu entwerfen würde.

Schon vorher hatte Euler (Emendatio laternae magicae ac microſcopii ſolaris in Nov. Comm. Petrop. To. III. p. 363.) eine Art angegeben, den Unbequemlichkeiten des Sonnenmikroſkops vermittelſt eines durchlöcherten Hohlſpiegels abzuhelfen, ſ. Zauberlaterne. Auch Zeiher (Deſcriptio duplicis microſcopii ſolaris apparatus objectis opacis adaptati in Nov. Comm. Petrop. To. X. p. 299.) hat zwo Einrichtungen des Zubehörs für undurchſichtige Objecte, eine für größere, die andere für kleinere, beſchrieben.

Nachher machte Martin (Deſcription and uſe of an opake ſolar Microſcope. London 1774. 8.) ein ſehr vollkommnes Werkzeug dieſer Art bekannt, welches auch vom jüngern Adams (Eſſay on the micoſcope. London 1787. 4maj. p. 92. ſqq. Plate V.) beſchrieben und abgebildet wird. Dabey befindet ſich der Gegenſtand in einem eignen Gehäuſe, in welchem ein Planſpiegel das durchs Erleuchtungsglas concentrirte Sonnenlicht auf die Vorderſeite deſſelben zurückwirft.

Der jüngere Adams hat auch das von ſeinem Vater erfundene Lampenmikroſkop (lucernal microſcope) durch Anbringung einer Argandiſchen Lampe (ſ. Lampen) ſtatt der gemeinen, verbeſſert, und ſo eingerichtet, daß es ſo, wie das Sonnenmikroſkop für undurchſichtige Objecte, gebraucht werden kan (ſ. Deſcription of *Adams's* improved and univerſal lucernal Microſcope im Eſſay on the microſcope p. 65. ſqq. Plate III.). Dies iſt unſtreitig die beſte Einrichtung zu Abzeichnung der Gegenſtände, wobey das Licht feſt bleibt, und ſich nicht, wie die Sonne, immer fortbeweget. Weil aber die Sonne bey ihr gar nicht gebraucht wird, ſo gehört ſie nicht zu den Sonnenmikroſkopen, ſondern zu den Zauberlaternen, ſ. Zauberlaterne.

Ueberhaupt ſind die Sonnenmikroſkope und Zauberlaternen weiter durch nichts unterſchieden, als daß jene Sonnenlicht, dieſe Lampenlicht erhalten. Das erſte dem Angeben nach von Balthaſaris erfundene Sonnenmikroſkop mag wohl nichts weiter, als eine durch Sonnenlicht erleuchtete Zauberlaterne, geweſen ſeyn. **Wolf** (Nützl. Verſuche, Th. III. §. 114.) hat ſchon bemerkt, daß man die Zauberlaterne als Vergrößerungswerkzeug gebrauchen könne.

Käſtner in Smith's Lehrbegrif der Optik, S. 346.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 527. u. f.

G. Adams's Eſſay on the microſcope. London, 1787. 4maj. p. 92. ſqq.

Sonnenmonat, ſ. Monat.

Sonnennähe, Perihelium, *Perihélie.* Derjenige Punkt einer Planeten- oder Kometenbahn, in welchem der Planet oder Komet der Sonne am nächſten iſt. Taf. I. Fig. 17. iſt es der Punkt P. Die große Axe der elliptiſchen Laufbahn eines jeden Planeten geht nach **Keplers** Entdeckung durch die im Brennpunkte ſtehende Sonne S, und ſchneidet in der Bahn ſelbſt die beyden Apſiden, oder die Punkte A und P ab, wovon der leztere die Sonnennähe iſt, ſ. Apſiden.

Der Punkt der Sonnennähe liegt alſo der Sonnenferne A gerade gegenüber. Die Anomalien, welche von A aus gerechnet werden, ſind in der Sonnennähe = 180° oder 6 Zeichen, ſ. Anomalien. Und weil nach den kepleriſchen Regeln beyde Helften der Bahn ADP und PEA in gleichen Zeiten durchlaufen werden, ſo iſt im Punkte der Sonnennähe die wahre Anomalie der mittlern gleich, und der Unterſchied beyder oder die Gleichung der Bahn verſchwindet hier ebenfalls. Auch iſt hier die Geſchwindigkeit des Planeten am gröſten, oder ſein Lauf am ſchnellſten, weil ſein Abſtand von der Sonne am kleinſten iſt.

Die Erde kömmt in die Sonnennähe am Ende des Jahres, oder des Monats December, wenn die Sonne im 9ten Grade des Steinbocks geſehen wird. Alsdann ſcheint der Lauf der Sonne am ſchnellſten und der Durchmeſſer ihrer Scheibe am gröſten. Die Sonnennähen der übrigen Planeten ſtehen allezeit ihren Sonnenfernen gegenüber, und verändern ſich alſo jährlich eben ſo, wie jene, worüber ich hier auf das Wort Sonnenferne verweiſe.

Die Kometen ſind nur in demjenigen Theile ihrer Bahnen ſichtbar, der in die Nachbarſchaft ihrer Sonnennähen fällt: in den Sonnenfernen kan man ſie wegen ihres großen Abſtandes von der Sonne und Erde nie bemerken. Daher werden bey der Berechnung des Kometenlaufs die Anomalien von der Sonnennähe aus gerechnet, und es gehören der von der Sonne aus geſehene Ort der Sonnennähe, die Zeit des Durchgangs durch dieſelbe, und ihr Abſtand von der Sonne unter die vornehmſten Elemente einer Kometenbahn, ſ. Elemente der Bahn.

Sonnenſyſtem, *Syſtema ſolare*, *Syſtème ſolaire*.

Eine Sonne mit allen um ſie laufenden Weltkörpern zuſammen, macht ein Sonnenſyſtem aus. So lehrt die kopernikaniſche Weltordnung, daß ſich um unſere Sonne auſſer der Erdkugel noch mehrere Planeten, deren wir jetzt ſechs kennen, mit verſchiedenen Monden oder Nebenplaneten, und einer beträchtlichen Anzahl Kometen bewegen, ſ. Sonne, Planeten, Nebenplaneten, Kometen,

Weltſyſtem. Alle dieſe Körper zuſammen machen unſer Sonnenſyſtem aus. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß jeder Fixſtern eine Sonne ſey, um welche mehrere dunkle Körper umlaufen, und daß alſo das Weltgebäude aus unzählbaren Sonnenſyſtemen beſtehe, ſ. **Fixſterne**, **Weltgebäude**.

Sonnentag, ſ. Sonnenzeit.

Sonnenwenden, Sonnenſtände, Sonnenſtillſtandspunkte, Solſtitialpunkte, Puncta ſolſtitiorum, *Points ſolſticiaux*, ſind die beyden Punkte der Ekliptik oder jährlichen Sonnenbahn, welche vom Aequator am weitſten abſtehen. Nach den Sätzen der Sphärik ſind die Punkte, in welchen zween gröſte Kreiſe am weitſten von einander abſtehen, von den Durchſchnittspunkten dieſer Kreiſe um 90° entfernt, und ſtehen einander dem Durchmeſſer nach gegenüber. Daher ſtehen auch die Sonnenwenden um 90° oder 3 Zeichen von den Nachtgleichen ab, und ſind von einander ſelbſt um 180° entfernt.

Wenn die Sonne bey ihrem ſcheinbaren jährlichen Umlaufe einen dieſer Punkte erreicht, und alſo vom Aequator entweder gegen Norden oder gegen Süden am weitſten entfernt iſt, ſo kömmt ſie dem Nord- oder Südpole am nächſten, und giebt den Nord- oder Südländern ihren längſten Tag und ihre kürzeſte Nacht. Von da an ſcheint ſie wieder gegen den Aequator zurückzukehren, von welcher Umwendung des Laufs der Name **Sonnenwenden** entſprungen iſt. Weil die am weitſten auseinander liegenden Theile zweener gröſten Kreiſe faſt parallel ſind, ſo ändert ſich an dieſen Stellen der Abſtand der Sonne vom Aequator nicht merklich, und ſie ſcheint gleichſam einige Tage hindurch ſtill zu ſtehen, welches den Namen der **Sonnenſtände** oder der **Sonnenſtillſtandspunkte** veranlaſſet hat. Die mit dem Aequator parallellaufenden Kreiſe durch dieſe Punkte, welche die Ekliptik berühren, heiſſen die **Wendekreiſe**.

Diejenige Sonnenwende, welche dem Nordpole am nächſten liegt, und von der Sonne um den 21. Jun. erreicht

wird, heißt der **Sommerpunkt**, die **Sommerſonnenwende** (punctum ſolſtitii aeſtivi) oder **der erſte Punkt des Krebſes** (0° ♋): die andere, die dem Südpole am nächſten iſt, und in welche die Sonne um den 21 December gelangt, iſt der **Winterpunkt**, die **Winterſonnenwende** (punctum ſolſtitii hiberni) oder **der erſte Punkt des Steinbocks**. (0° ♑).

Sonnenwende, Zeit der Sonnenwende, Zeit des Sonnenſtillſtands, Solſtitium, *Solſtice*. Sonnenwende iſt eigentlich der Augenblick, in welchem der Mittelpunkt der Sonne, bey ſeinem jährlichen Umlaufe um den Himmel, den gröſten Abſtand vom Aequator erreicht, oder in einen Solſtitialpunkt tritt. Zwar verläßt er dieſen Punkt in eben dem Augenblicke wieder, weil die eigne Bewegung der Sonne ununterbrochen fortdauert: da aber dieſe Bewegung langſam iſt, und ſich beſonders um dieſe Zeit der Abſtand der Sonne vom Aequator einige Tage lang nicht merklich ändert, ſo kan man ohne Bedenken annehmen, ſie behalte alsdann den ganzen Tag über einerley Abſtand. So wird dieſer ganze Tag **Tag der Sonnenwende** (dies ſolſtitii, *Jour de ſolſtice*).

Unter dieſer Vorausſetzung wird der Tagkreis der Sonne an dieſem Tage einer von den Wendekreiſen ſeyn, ſ. **Wendekreiſe**. Die Sonne erreicht den Wendekreis des Krebſes jährlich um den 21 Jun. und den des Steinbocks um den 21 December. Dies ſind alſo gewöhnlich die Tage der beyden Sonnenwenden.

Die Horizonte der Nordländer ſchneiden ſich mit den Tagkreiſen der Sonne ſo, daß der Wendekreis des Krebſes unter allen übrigen Tagkreiſen den gröſten Theil über, und den kleinſten unter dieſen Horizonten hat, der des Steinbocks hingegen unter allen übrigen mit dem kleinſten Theile über dieſe Horizonte hervorraget, und den gröſten unter ſie verbirgt. Daher haben die Nordländer zur Zeit der Sonnenwende um den 21 Jun. den längſten Tag und die kürzeſte Nacht; hingegen um den 21 Dec. den kürzeſten

Tag und die längſte Nacht. Für die Südländer iſt der Fall gerade umgekehrt.

Weil in unſern Ländern mit dem Eintritte der Sonne in den Krebs der Sommer, und mit dem Eintritte in den Steinbock der Winter anfängt, ſo hat daher unſer längſter Tag den Namen der **Sommerſonnenwende** (Solſtitium aeſtivum, *Solſtice d'été*), der kürzeſte den der **Winterſonnenwende** (Solſtitium hibernum, *Solſtice d'hiver*) erhalten.

Sonnenzeit, Tempus ſolare, *Temps meſuré par la revolution apparente du ſoleil*. Die nach dem ſcheinbaren täglichen Umlaufe der Sonne abgemeſſene Zeitdauer mit ihren Eintheilungen führt den Namen der Sonnenzeit. Solche Sonnenzeit iſt auch zu verſtehen, wenn Zeit überhaupt, ohne weitern Beyſatz, genannt wird. Man hat aber hiebey **wahre Sonnenzeit**, (tempus ſolare verum, *Temps vrai*) von **mittlerer Sonnenzeit** (tempus ſolare medium, *Temps moyen*) zu unterſcheiden.

Der Zeitraum von jedem Mittage (oder Durchgange des Mittelpunkts der Sonne durch den Mittagskreis) bis zum folgenden heißt der **wahre Sonnentag** (*Jour de temps vrai*). Man theilt ihn, ſo lang oder kurz er auch ſey, in 24 gleiche Theile, welche **wahre Sonnenſtunden** (*heures de temps vrai*) heiſſen. Die wahre Sonnenſtunde in 60 Minuten, dieſe Minute in 60 Secunden, dieſe Secunde in 60 Tertien u. ſ. w. getheilt, geben Minuten, Secunden, Tertien ꝛc. der wahren Sonnenzeit.

Das eigentliche von Natur unveränderliche Zeitmaaß iſt der Sterntag, ſ. **Sternzeit**. Erſchiene die Sonne beſtändig bey eben denſelben Fixſternen, ſo würden die Sterntage auch zugleich Sonnentage ſeyn. Nun rückt aber die Sonne mit einer eignen Bewegung in der Ekliptik fort, und kömmt dadurch täglich faſt 1 Grad weiter morgenwärts von dem vorigen Fixſterne. Wenn alſo dieſer Fixſtern wieder in den Mittagskreis tritt, und der Sterntag vorüber iſt, ſo ſteht die Sonne noch faſt 1° morgenwärts vom Mittagskreiſe ab, und hat noch etwa 4 Minuten Zeit nöthig, um

ihn völlig zu erreichen. Die Sonnentage müſſen alſo faſt um 4 Minuten länger ſeyn, als die Sterntage.

Aber die Sonnentage ſind ſelbſt nicht von gleicher Länge, weil das Fortrücken der Sonne gegen Morgen nicht jeden Tag gleich viel beträgt. Dieſe Ungleichheit hat eine doppelte Urſache. Fürs erſte iſt der Lauf der Sonne in der Ekliptik ſelbſt ungleichförmig, ſ. Sonne; ſie rückt im Sommer täglich nur 57′, im Winter 61′ fort. Zweytens geſchieht dieſes Fortrücken in der Ekliptik, deren Richtung im Mittagskreiſe nur ſelten gerade morgenwärts gehet, daher die Sonne ſich nicht um die ganze Größe ihres Fortrückens in der Ekliptik, ſondern nur um einen Theil derſelben morgenwärts ſchiebt. Dies erläutert Taf. XXII. Fig. 11., wo ♈A einen Quadranten des Aequators, ♈♋ einen Quadranten der Ekliptik vorſtellt. In der Gegend ♈ rücke die Sonne in einem Tage um den Bogen ♈B fort, ſo wird ſie dadurch nicht gerade morgenwärts, oder mit ♈A parallel verſchoben: vielmehr wird ſie durch dieſe Bewegung nur um ſo viel weiter gegen Morgen gebracht, als das Stück ♈b austrägt. Bey ♋ hingegen rücke ſie um den Bogen C♋ fort, ſo iſt dieſer ganze Bogen ziemlich genau mit cA parallel und gleich; hier wird ſie alſo um die ganze Größe ihres Fortrückens weiter gegen Morgen verſchoben. Wenn alſo auch die Sonne täglich um gleiche Bogen ♈B und C♋ in der Ekliptik fortgienge, ſo würden doch die Bogen ihres täglichen Fortrückens gegen Morgen (d. i. die Veränderungen ihrer geraden Aufſteigung) ♈b und cA nichts deſto weniger ungleich ſeyn.

Man ſieht hieraus, daß die wahren Sonnentage um die Winterſonnenwende am längſten ſeyn müſſen, weil um dieſe Zeit die Sonne nicht nur am ſchnellſten, ſondern auch ganz parallel mit dem Aequator fortzurücken ſcheint. In dieſer Abſicht kan man ſehr richtig ſagen, daß unſere Tage (nemlich von einem Mittage bis zum andern gerechnet) im Winter länger ſind, als im Sommer und um die Nachtgleichen.

Mit der Länge der Tage ändert ſich zugleich die Länge der Stunden, Minuten ꝛc. der wahren Sonnenzeit. Da-

her können unſere Uhren, als mechaniſche Werkzeuge, welche einen gleichförmigen Gang haben ſollen, mit dieſer veränderlichen Zeit nicht übereinſtimmen, und es iſt eine ſehr ungeſchickte Empfehlung einer Uhr, wenn Unwiſſende von ihr rühmen, ſie gehe genau mit der Sonne. Hingegen zeigen die Sonnenuhren und Gnomons dieſe wahre Sonnenzeit: auch werden bey den aſtronomiſchen Beobachtungen die zu bemerkenden Zeitpunkte nach wahrer Sonnenzeit und in Theilen derſelben angegeben, ſ. Zeit.

Um nun aus dem Sonnenlaufe ein gleichförmiges Zeitmaaß zu erhalten, woran man die immer gleichen Stunden der Uhren halten könne, hat man aus den ungleichen Längen der wahren Sonnentage eine mittlere Größe im Durchſchnitte genommen, und dieſe den mittlern Sonnentag (*Jour de temps moyen*) genannt. Dieſe immer gleiche Zeitdauer in 24 Stunden, die Stunde in 60 Min. u. ſ. w. getheilt, giebt Stunden, Minuten, Secunden ꝛc. der mittlern Sonnenzeit.

Man ſtellt ſich hiebey gleichſam eine erdichtete Sonne vor, welche ſich im Aequator ♈A bewegt, und täglich gleich weit in demſelben fortrückt, dennoch aber ihren jährlichen Umlauf um den ganzen Himmel in eben der Zeit vollendet, in welcher die wahre Sonne die ganze Ekliptik von ♈ durch ♋ bis wieder zu ♈ durchläuft. Dieſe Zeit iſt das tropiſche Sonnenjahr von 365 T. 5 St. 48 Min. 45 Sec. 30 Tert. ſ. Sonnenjahr. Wenn die erdichtete Sonne in dieſem Zeitraume den ganzen Aequator, oder 360° mit gleichförmiger Bewegung durchläuft, ſo kommen auf einen Tag, wie man durch die Regel Detri leicht findet, 59′ 8″ 20‴ des Aequators. Die erdichtete Sonne braucht alſo, um wieder in den Mittagskreis zu kommen, einen völligen Sterntag, und darüber noch ſo viel Zeit, als 59′ 8″, 3 des Aequators nöthig haben, um ſich durch den Mittagskreis zu ſchieben, ſ. Aequator (Th. I. S. 50.) Dies beträgt

für 59′ - - 59 × 4 Sec. = 3 Min. 56 Sec.
8, 3″ - - 8, 3 × 4 Tert. = 33 Tert.

Mithin iſt der mittlere Sonnentag = 24 St. 3 Min. 56 Sec. 33 Tert. (oder 86636, 3 Sec.) Sternzeit.

Hieraus läſt ſich auch bald überſehen, wie viel der Sterntag in mitlerer Sonnenzeit betrage. Wenn man nemlich die Secunden der Sternzeit mit s, die der mittlern Sonnenzeit mit S bezeichnet, ſo iſt

der Sterntag = 86400. s

der mittl. Sonnentag = 86400. S

und man hat aus dem vorigen

86400. S. = 86636, 3. s

woraus ſich leicht herleiten läſt:

86164. S = 86400. s = Sterntag.

Alſo iſt der Sterntag = 86164 Sec. oder 23 St. 56 Min. 4 Sec. mittlerer Sonnenzeit, und das Verhältniß der Sternzeit zur mittlern Sonnenzeit beruht auf folgenden beyden Gleichungen:

mittl. Sonnentag = 86636, 3 Sec. Sternzeit

Sterntag = 86164 Sec. mittl. ☉zeit.

Da alle 360° des Aequators zu ihrem Durchſchieben durch den Mittagskreis einen Sterntag oder 86164 Sec. mittlerer Sonnenzeit brauchen, ſo geht 1° des Aequators in 239, 3 Sec. (oder 3 Min. 59, 3 Sec.), 1′ des Aequators in 3 Sec. 59 Tert. u. ſ. w. hindurch. Ferner in 24 Stunden mittlerer Sonnenzeit gehen durch den Meridian 360° 59′ 8″ des Aequators; alſo in 1 Stunde 15° 2′ 28″; in 1 Minute 15′ 2″ 28‴; in 1 Secunde 15″ 2‴, 5 u. ſ. w. Hiedurch kan man leicht berechnen, wieviel Sonnenzeit jeder gegebene Bogen des Aequators nöthig habe, um durch den Mittagskreis zu gehen, und umgekehrt, wie viel in jeder gegebenen Zeit Grade, Minuten u. ſ. w. des Aequators durch den Mittagskreis gehen. Man nennt dieſes: mittlere Zeit in Bogen des Aequators, und Bogen des Aequators in mittlere Zeit verwandlen. Die Sammlungen aſtronomiſcher Tafeln enthalten Tabellen, welche zur Erleichterung ſolcher Verwandlungen dienen.

Nach dieſer mittlern Sonnenzeit werden die gewöhnlichen Uhren eingerichtet. Bey aſtronomiſchen Beobachtungen iſt es jedoch hinlänglich, wenn die Uhr dieſe Zeit nur

ohngefähr weiſet, wofern nur ſonſt ihr Gang völlig gleichförmig iſt. Kan man ſich auf dieſe Gleichförmigkeit verlaſſen, ſo iſt man im Stande, für jeden Zeitpunkt, den die Uhr angiebt, die correſpondirende mittlere und wahre Sonnenzeit zu berechnen, wofern nur die Zeitangabe der Uhr bey einem vorhergehenden und einem nachfolgenden Durchgange ebendeſſelben Fixſterns oder der Sonne durch den Mittagskreis bemerkt worden iſt. Wie dieſes geſchehe, ſoll bey dem Worte Zeit gezeigt werden. Soll die Uhr genau mittlere Sonnenzeit angeben, ſo muß ſie zwiſchen zween Durchgängen eines Fixſterns um 23 St. 56 Min. 4 Sec. fortrücken.

Von eben dieſer mittlern Zeit ſind auch die in den aſtronomiſchen Tafeln vorkommenden Zeitangaben zu verſtehen, welche daher, ſo oft es nöthig iſt, erſt in wahre Zeit verwandlet werden müſſen.

Der Unterſchied zwiſchen der mittlern und wahren Sonnenzeit heißt die **Zeitgleichung**, und es iſt von demſelben unter dem Artikel **Gleichung der Zeit** beſonders gehandlet worden.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtron. Göttingen, 1781. 8. §. 97. u. f.

Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. I. Th. §. 179. u. f.

Sonntagsbuchſtabe, ſ. Kalender.

Spannung, Tenſio, *Tenſion.* Wenn irgend eine Kraft den Zuſammenhang der Theile eines Körpers zu trennen, oder dieſe Theile mehr von einander zu entfernen ſtrebt, ſo ſagt man, ſie ſpanne den Körper oder ſeine Theile, und nennt dieſe Wirkung eine Spannung. Beſonders braucht man dieſen Ausdruck in denjenigen Fällen, wo die ſpannende Kraft in der That die Lage der Theile ein wenig ändert, ohne doch ihren Zuſammenhang ganz aufzuheben.

So werden Fäden, Dräthe, elaſtiſche Saiten u. dergl. durch Befeſtigung an einem Ende, und angehangene Gewichte, oder Umwindung um Stifte am andern, geſpannt.

Sie verlängern ſich dadurch ein wenig, ohne doch zu zerreißen: ſobald ſie zerreißen, hört, wie natürlich, die Spannung auf.

Vollkommen harte Körper würden der Kraft, die ihre Theile zu trennen ſtrebte, gar nicht, vollkommen weiche hingegen völlig nachgeben. Daher läſt ſich nur bey elaſtiſchen Körpern Spannung gedenken. Es ſind aber alle bekannte Körper in einigem Grade elaſtiſch. Uebrigens hängt von der Spannung elaſtiſcher Körper die Geſchwindigkeit ihrer Schwingungen ab, ſ. **Elaſticität, Saiten.**

Specifiſch, Eigenthümlich, Specificum, *Specifique.* Was einer gewiſſen Art oder Gattung von Dingen eigen iſt, und ſie von andern unterſcheidet. In der Phyſik belegt man mit dem Namen **ſpecifiſch** gewiſſe Eigenſchaften oder Wirkungen der Körper, deren Verhältniß zu andern Beſtimmungen, z. B. zur Größe, Dichte u. dergl. immer daſſelbe bleibt, ſo lang ſich die innere Miſchung (Art, Gattung) des Körpers nicht ändert, ſo, daß dieſes Verhältniß als ein **eigenthümliches Kennzeichen** eines Körpers **von ebenderſelben Art** (ejusdem ſpeciei), oder von eben derſelben Miſchung, angeſehen werden kan. In dieſem Sinne braucht man die Benennungen: **ſpecifiſches Gewicht, ſpecifiſche Federkraft, ſpecifiſche Wärme**, die man dem abſoluten Gewichte, der abſoluten Federkraft, abſoluten Wärme entgegenſetzt.

Das Gewicht iſt eine Wirkung, die ſich gewöhnlich immer, wie das Volumen des Körpers, verhält, ſo lange der Körper von ebenderſelben Art und Miſchung, z. B. immer gleich gemiſchtes Queckſilber, immer völlig reines Waſſer bleibt. Das Verhältniß des Gewichts zum Volumen giebt alſo Anlaß zu dem Begriffe von ſpecifiſchem oder eigenthümlichem Gewichte des Queckſilbers, Waſſers u. ſ. w. ſ. **Schwere, ſpecifiſche.**

Die Federkraft elaſtiſcher flüßiger Materien verhält ſich, wie die Dichte der letztern, ſo lang die innere Miſchung dieſelbe bleibt, z. B. ſo lang das Fluidum aus eben derſelben dephlogiſtiſirten, eben derſelben brennbaren Luft,

beſteht. So giebt die Vergleichung der abſoluten Federkraft mit der Dichte den Begrif von ſpecifiſcher Federkraft der dephlogiſtiſirten oder brennbaren Luft u. ſ. w. ſ. Elaſticität, ſpecifiſche.

Die Menge der Wärme, die ein Körper in ſich halten muß, wenn er einen gewiſſen Grad fühlbarer Wärme zeigen ſoll, verhält ſich, wie die Größe (oder auch wie die Maſſe) des Körpers, wenn nur der Körper von eben derſelben Art, z. B. immer gleich gemiſchtes Queckſilber, immer völlig reines Waſſer, bleibt. So hat man aus Vergleichung der abſoluten Wärme mit der Größe oder mit dem Gewichte des Körpers den Begrif von ſpecifiſcher Wärme, dem man jedoch auch noch andere Beſtimmungen geben kan, ſ. Wärme, ſpecifiſche.

Alle dieſe Begriffe ſind zugleich relativ. Man kan nicht ſagen, wie groß das ſpecifiſche Gewicht und die ſpecifiſche Wärme des Queckſilbers, oder die ſpecifiſche Federkraft der brennbaren Luft, an ſich ſey. Man kan nur beſtimmen, wie vielmal alles dies größer oder kleiner ſey, als bey einem andern Körper. Es können nie Größen ſpecifiſcher Wirkungen, ſondern nur Verhältniße ſolcher Größen bey zween Körpern von verſchiedener Art angegeben werden.

So läſt ſich beſtimmen, das Queckſilber habe 14mal mehr ſpecifiſches Gewicht, und 21mal weniger ſpecifiſche Wärme, als das reine Waſſer; die brennbare Luft habe 13mal mehr ſpecifiſche Federkraft, als die gemeine u. ſ. w. Der Sinn dieſer Ausdrücke iſt folgender. Wenn man mit Queckſilber und Waſſer gleiche Räume anfüllt, ſo hat jenes 14 mal mehr Gewicht, als dieſes: wenn man von beyden gleiche Gewichte zu gleicher fühlbarer Wärme bringt, ſo hat jenes 21 mal weniger abſolute Wärme, als dieſes: wenn man brennbare Luft und gemeine zu gleicher Dichte bringt, ſo zeigt jene 13 mal mehr Federkraft, als dieſe.

Nimmt man aber ein für allemal die ſpecifiſche Schwere oder Wärme des Waſſers, und die ſpecifiſche Federkraft der gemeinen Luft für die Einheit an, mit welcher die ähnlichen Größen bey allen andern Körpern gemeſſen werden ſollen (wobey vorausgeſetzt wird, daß Waſſer und ge-

meine Luft immer eben dieſelben Stoffe und von immer gleicher Miſchung bleiben), ſo kan man jene Größen in Zahlen ausdrücken, die ſich alsdann auch unter einander ſelbſt vergleichen laſſen. Unter dieſer Vorausſetzung kan man ſagen, daß des Queckſilbers ſpeciſiſches Gewicht = 14, ſeine ſpeciſiſche Wärme = $\frac{1}{21}$, die ſpeciſiſche Federkraft der brennbaren Luft = 13 ſey u. ſ. w.

Sphaera armillaris, ſ. Ringkugel.

Sphäre, Himmelskugel, Weltkugel, Sphaera coeleſtis, *Sphere*, *Sphere du monde*. Den Namen der Sphäre, der in der griechiſchen Sprache eine Kugel überhaupt bedeutet, giebt man in der Aſtronomie dem blauen Gewölbe, das uns zu umgeben ſcheint, und von welchem bereits bey dem Worte Himmel gehandelt worden iſt. Wenn man alle Geſichtsbetrüge entfernt, die ſich in den Anblick dieſes ſcheinbaren Gewölbes einmiſchen, ſo ſtellt ſich daſſelbe als eine Kugel dar, in deren Mittelpunkte das Auge ſteht, deren untere Helfte durch den Horizont, oder vielmehr durch die Erdfläche, verdeckt wird, und die ſich mit allen daran befindlichen Geſtirnen in 24 Stunden um eine feſtbleibende Axe dreht. Von dieſer Kugelgeſtalt erhält ſowohl die ſcheinbare Himmelswölbung ſelbſt, als auch ihre Nachbildung im Kleinen (ſ. Himmelskugel, künſtliche), den Namen der Sphäre. Man bildet ſich darauf verſchiedene Punkte und Kreiſe ein, welche in dem eben angeführten Artikel (Th. II. S. 597.) aufgezählt werden.

Der Name Sphäre iſt beſonders üblich, wenn die verſchiedenen Stellungen der Himmelskugel und ihrer Kreiſe gegen verſchiedene Orte der Erde betrachtet werden. In dieſer Abſicht unterſcheidet man die gerade, parallele und ſchiefe Sphäre.

Die gerade Sphäre (Sphaera recta, *Sphere droite*) Taf. XXII. Fig. 12. iſt diejenige Stellung der Himmelskugel, bey welcher die Pole P und S in den Horizont des Orts fallen, der Aequator AQ aber durch das Zenith und Nadir geht. Für dieſe Stellung iſt alſo PCS zugleich der

Horizont, A das Zenith, und Q das Nadir. Denkt man ſich die Erde im Mittelpunkte der Kugel, ſo wird das Zenith A, das alsdann mit dem Beobachtungsorte correſpondiren muß, ſ. **Erdkugel** (Th. II. S. 20.) gerade über einem Orte im Erdäquator ſtehen. Hieraus folgt, daß die Himmelskugel nur denjenigen Orten der Erdfläche als **gerade Sphäre** erſcheine, welche im Aequator der Erde liegen, oder deren geographiſche Breite = 0 iſt.

In der geraden Sphäre ſchneiden der Aequator AQ und alle mit ihm parallele Kreiſe, wie GF und KI, den Horizont PCS unter rechten Winkeln. Dieſe Parallelkreiſe ſind die Tagkreiſe der Sonne und aller Geſtirne. Mithin gehen in der geraden Sphäre alle Geſtirne unter rechten Winkeln auf und unter, daher ſie auch die **gerade** (recta) und der Bogen des Aequators, deſſen Endpunkt hier mit einem Sterne zugleich aufſteigt, des Sterns **gerade Aufſteigung** (aſcenſio recta) heißt, ſ. **Aufſteigung, gerade.**

Auch werden der Aequator ſelbſt und alle dieſe mit ihm parallelen Tagkreiſe vom Horizonte PCS in gleiche Helften zerſchnitten, deren eine über, die andere unter dem Horizonte iſt. Daher iſt in der geraden Sphäre jedes Geſtirn 12 Stunden über und 12 Stunden unter dem Horizonte. Weil dies auch von der Sonne gilt, ſo folgt, daß Tag und Nacht hier beſtändig gleich bleiben. Auch überſieht man leicht, daß hier alle Sterne der Himmelskugel binnen 24 Stunden ſichtbar werden, weil es keinen geben kan, der immer unter dem Horizonte bliebe. Sterne, die zugleich aufgehen, kommen hier auch zugleich in den Mittagskreis, und gehen wiederum zugleich unter.

Die Sonne, welche während eines Jahres nach und nach die Ekliptik, oder den ſchiefen Kreis KCF durchwandert, kömmt jährlich zweymal ſo zu ſtehen, daß ſie im Mittage durch das Zenith A hindurch geht. Dies geſchieht, wenn ſie in den Aequator tritt, und dieſer ſelbſt ihr Tagkreis wird, alſo um den 21 März und 23 September. In den Zwiſchenzeiten bleibt ſie immer entweder in der nördlichen Helfte des Himmels AQP, oder in der ſüdlichen AQS ſo, daß ſie den 21 Jun. den nördlichſten Tagkreis FG,

und den 21 December den ſüdlichſten IK beſchreibt. Wollte man nun von der Zeit, da die Sonne den höchſten Stand in A erreicht, den Sommer, und von der, da ſie am niedrigſten in G und K ſteht, den Winter anfangen, ſo würden die Orte der geraden Sphäre jährlich zween Sommer und zween Winter haben. Man kan aber die Jahrszeiten hier gar nicht ſo, wie bey uns, abtheilen.

Die **parallele Sphäre** (Sphaera parallela, *Sphere parallele*) Taf. XXII. Fig. 13. iſt diejenige Stellung, für welche die Pole ins Zenith P und Nadir S fallen, der Horizont aber mit dem Aequator AQ coincidiret. Denkt man ſich hier die Erdkugel im Mittel, ſo correſpondirt dem Zenith ein Pol der Erde, woraus folgt, daß die Himmelskugel blos den beyden Punkten, in welchen die Pole der Erde liegen, als **parallele Sphäre** erſcheinen kan.

In dieſer Stellung des Himmels ſind die Tagkreiſe aller Geſtirne mit dem Horizonte AQ gleichlaufend, daher ſie auch den Namen der parallelen Sphäre erhalten hat. Es findet alſo hier gar kein Auf- und Untergang der Geſtirne ſtatt: vielmehr ſcheint jeder Stern in 24 Stunden einen mit dem Horizonte parallelen Kreis von der Linken zur Rechten zu durchlaufen. Man ſieht auch nur diejenigen Sterne, welche in der einen Helfte des Himmels ſtehen, der Nordpol der Erde die in der nördlichen, der Südpol die in der ſüdlichen; von denen in der andern Helfte kan nie einer über den Horizont heraufkommen.

Auch von der Ekliptik FCK iſt immer ebendieſelbe Helfte ſichtbar, dem Nordpole der Erde die nördliche, wovon CF ein Theil iſt, dem Südpole die ſüdliche, wozu CK gehört. So lang die Sonne in der ſichtbaren Helfte iſt, bleibt ſie ohne Unterbrechung ſichtbar, in der unſichtbaren iſt ſie beſtändig verborgen. Daher hat die parallele Sphäre jährlich nur einen Tag und eine Nacht, beyde von halbjähriger Dauer.

Die **ſchiefe Sphäre** (Sphaera obliqua, *Sphere oblique*) begreift alle übrigen Stellungen der Himmelskugel, in welchen der eine Pol über den Horizont erhaben, der andere unter demſelben verborgen iſt, der Aequator aber mit dem

Horizonte einen ſchiefen Winkel macht. So erſcheint der Himmel allen Orten der Erde, die nicht im Aequator ſelbſt oder in den Polen liegen. Eine dieſer Stellungen, welche wiederum ſehr mannigfaltig ſeyn können, iſt Taf. VIII. Fig. 2. abgebildet.

In der ſchiefen Sphäre wird der Horizont vom Aequator ſelbſt, und von allen ihm parallelen Tagkreiſen der Geſtirne, unter ſchiefen Winkeln geſchnitten, und er theilt nur den Aequator in gleiche Helften, die übrigen Tagkreiſe aber in ungleiche Theile. Daher gehen hier alle Geſtirne ſchief auf und unter, und nur diejenigen, die im Aequator ſelbſt ſtehen, ſind eben ſo lang ſichtbar, als unſichtbar. Unter den übrigen Tagkreiſen fällt von denen, welche gegen den ſichtbaren Pol heraufwärts liegen, der größere, von denen hingegen, welche ſich herabwärts gegen den unſichtbaren Pol zu befinden, nur der kleinere Theil über den Horizont. Mithin ſind den Orten der nördlichen Erdhalbkugel die nördlichen, und den Orten der ſüdlichen Halbkugel die ſüdlichen Geſtirne längere Zeit ſichtbar, als unſichtbar. Nahe am ſichtbaren Pole giebt es Tagkreiſe, die ganz über dem Horizonte, ſo wie nahe am unſichtbaren Pole ſolche, die ganz unter dem Horizonte liegen. Daher giebt es für alle Orte, welche die Sphäre ſchief ſehen, Geſtirne, die gar nicht untergehen, oder andere, die gar nicht aufgehen.

Nur zweymal im Jahre, nemlich am 21 März und 23 September, wenn die Sonne im Aequator ſelbſt ſteht, iſt ſie eben ſo lang ſichtbar, als unſichtbar, oder Nacht und Tag gleich. In demjenigen Halbjahre, in welchem die Sonne dem ſichtbaren Pole näher ſtehet, ſind die Tage länger, als die Nächte; im andern hingegen die Nächte länger, als die Tage. Die längſten und kürzeſten Tage fallen in die Zeitpunkte der Sonnenwenden, oder des 21 Junii und 21 Decembers, da die Sonne dem einem oder dem andern Pole am nächſten ſteht.

Iſt die Lage der Sphäre ſo ſchief, daß die Sonne in Tagkreiſe kommen kan, welche ganz über oder unter den Horizont fallen (welches geſchieht, wenn der Beobachtungsort innerhalb der Polarkreiſe der Erdkugel liegt), ſo geht um

die Zeit der einen Sonnenwende die Sonne eine Zeitlang gar nicht unter, um die Zeit der andern gar nicht auf: man hat alſo daſelbſt perpetuelle Tage und Nächte, welche deſto länger dauren, je näher die Orte an den Polen der Erde liegen.

Sphäroid, Sphaeroides, *Spheroide.* Dieſen Namen giebt die Geometrie Körpern, welche aus der Umdrehung einer halben Ellipſe um ihre Axe entſtehen. Dreht ſich Taf. XXII. Fig. 14. die halbe Ellipſe PAS um ihre kleine Axe PS, ſo entſteht das **abgeplattete Sphäroid** (Sphaeroides latum, *Spheroide appláti*); der Helfte APQ Umdrehung um die große Axe AQ erzeugt das **längliche Sphäroid** (Sphaeroides oblongum, *Spheroide allongé*). In der Phyſik behält man dieſe Namen bey, wenn auch gleich die erzeugende Figur von der elliptiſchen Geſtalt in etwas abweicht.

Man findet durch Abmeſſungen die Erdkugel ſphäroidiſch, und bemerkt durch Fernröhre eben dieſe Geſtalt am Jupiter und an andern Planeten, ſ. **Erdkugel, Jupiter, Mars**, welche die Umdrehung um ihre Axen, vermöge des daraus entſtandenen Schwunges, um die Pole abgeplattet, und um den Aequator mehr erhoben hat.*)

Spiegel, Specula, *Miroirs.* Alle undurchſichtige glatte Flächen werfen das Licht ſo zurück, daß man in ihnen Bilder der vorliegenden Gegenſtände ſieht. Sie heiſſen daher **Spiegelflächen**, und die Körper, an denen ſie ſich befinden, **Spiegel.** Die Kunſt muß ſich begnügen, ſolche Flächen nur ſo glatt zu machen, daß Gefühl und bloße Augen nichts rauhes mehr daran unterſcheiden; vollkom-

*) Herr Schröter in Lilienthal (ſ. Götting. gelehrte Anzeigen 111. Stück vom 12 Jul. 1790.) hat am 10. u. 15. Febr. 1790 dieſe abgeplattete Geſtalt auch am Saturn wahrgenommen. Die Applattung ſcheint ſo groß, oder noch gröſſer, als beym Jupiter zu ſeyn, und der gröſte Durchmeſſer in die Ebne des Rings zu fallen.

men glatte Flächen, an denen ſelbſt das Mikroſkop nichts Ungleiches zeigte, bringt weder die Natur, noch die Kunſt hervor, ſ. Glatt, Rauh. Stillſtehendes Waſſer bekömmt zwar von Natur eine ebne Oberfläche, und giebt alſo, wenn es auf einem undurchſichtigen Grunde ruht, einen natürlichen Spiegel ab, aber die Durchſichtigkeit und Beweglichkeit des Waſſers macht dabey große Hinderniße. Soll die Politur durch Menſchenhände hervorgebracht werden, ſo ſchicken ſich dazu nur die Oberflächen ſehr dichter und feſter Körper, als des Glaſes, der Metalle, der feſten und harten Steine, des harten Holzes u. ſ. w. Dieſe Oberflächen werden mit ſcharfen Pulvern, z. B. feinem Sand, Schmergel, Trippel, Zinnaſche ꝛc. geſchliffen und polirt, und bey durchſichtigen Materien werden die Hinterflächen mit einer dazu ſchicklichen undurchſichtigen Maſſe, z. B. bey den Glasſpiegeln mit einer von Queckſilber durchfreſſenen Zinnfolie belegt oder foliirt.

Die Spiegelflächen unterſcheiden ſich von rauhen Oberflächen ſehr merklich in Abſicht auf die Zurückſtralung. Spiegel nemlich zeigen Bilder der Gegenſtände, die Licht auf ſie werfen; rauhe Flächen hingegen zeigen durch das Licht, das ſie zurück ſenden, nur ſich ſelbſt. Die Urſache hievon wird aus folgendem begreiflich.

Zur Erſcheinung eines Bildes gehört, daß die Lichtſtralen in eben der Ordnung ins Auge des Zuſchauers gelangen, als ob ſie von dem Gegenſtande ſelbſt kämen, ſ. Bild. Soll alſo eine zurückſtralende Fläche Bilder zeigen, ſo muß aus einerley Stelle derſelben nur ſolches Licht ins Auge geworfen werden, das aus einerley Stelle des Gegenſtands kömmt. Dies läſt ſich bey rauhen Flächen nicht gedenken. Dieſe können angeſehen werden, als beſtünden ſie aus unzählbaren verſchiedenen Ebnen in verſchiedenen Lagen. Wenn alſo auf ein kleines Theilchen einer rauhen Fläche Stralen von verſchiedenen Gegenſtänden, oder auch nur von verſchiedenen Punkten eines Gegenſtands, fallen, ſo findet jeder dieſer Stralen auf dieſem Theilchen eine gewiſſe Ebne, die ihn in eben das Auge ſchickt, in welches eine andere Ebne auf dieſem Theilchen einen Stral von ei-

nem andern Gegenſtande, oder von einem andern Punkte bringt; und ſo erhält eben das Auge von einerley Theilchen der rauhen Fläche Licht aus verſchiedenen Gegenſtänden oder aus verſchiedenen Punkten eines Gegenſtandes zugleich. Folglich empfindet das Auge nur Licht oder Schein, wodurch die rauhe Fläche ſelbſt ſichtbar wird, aber kein Bild.

Glatte Flächen hingegen laſſen ſich betrachten, als beſtünden ſie aus Ebnen, welche alle einerley Lage hätten, oder von welchen ſich doch jede zwo an einander angrenzenden in unendlich wenig verſchiedenen Lagen befänden. Die Folge hievon iſt, daß jedes Theilchen einer ſolchen Fläche nur Stralen von einerley Punkte des Gegenſtandes, das zunächſt daneben liegende Theilchen Stralen von dem zunächſt daneben liegenden Punkte u. ſ. w. ins Auge bringt. Daher kommen die Stralen in eben der Ordnung ins Auge, in welcher ſie vom Gegenſtande auf die Fläche kommen, und das Auge wird ſo gerührt, als ſähe es den Gegenſtand ſelbſt, oder etwas ihm ähnliches. In dieſem Falle ſieht es ein Bild des Gegenſtands, und bemerkt die zurückwerfende Fläche ſelbſt gar nicht.

Da es aber keine völlig glatten Flächen giebt, ſo behalten alle Spiegel, ſelbſt die beſten, noch etwas von der Eigenſchaft rauher Flächen, d. h. ſie zeigen nicht blos Bilder, ſondern werden auch ſelbſt ſichtbar. Im Gegentheil giebt es rauhe Flächen, in denen doch viele Theile eine gewiſſe Glätte und übereinſtimmende Lage haben, ſo daß ſie, vornehmlich von leuchtenden oder ſtark erleuchteten Körpern, ein undeutliches Bild oder einen Widerſchein, nach Art der Spiegel, zeigen.

Spiegelflächen von der Sonne erleuchtet, zeigen nach der Richtung, nach der ſie das Licht zurückwerfen, das Sonnenbild ſelbſt mit einem äußerſt lebhaften Glanze; aber ſeitwärts betrachtet, ſehen ſie weit dunkler aus, als gleich ſtark erleuchtete rauhe Flächen. Sie würden ganz unſichtbar ſeyn, wenn ſie vollkommne Spiegel wären; und erſcheinen daher deſto dunkler, je glätter ſie ſind. Aus eben dem Grunde ſcheint das Meer bey Windſtillen dunk-

ker, als wenn es Wellen wirft, und die rauhen Theile der Mondfläche zeigen ſich heller, als die ebnen, ſ. **Mondflecken.**

Euler (Nova theoria lucis et colorum in Opuſc. varii arg. Berol. 1746. 4. §. 108. ingl. Lettres à une princeſſe d'Allemagne. Mietau et Leipſ. 1770. 8. Tom. I. Lettr. 24. ſqq.) ſucht hieraus zu beweiſen, daß erleuchtete dunkle Flächen nicht das auffallende Licht ſelbſt zurückſenden, ſondern durch neue in ihnen erregte Schwingungen ſichtbar werden, ſ. **Licht.** Er glaubt, wenn die Körper das Sonnenlicht zurückwürfen, ſo würde man nicht ſie ſelbſt, ſondern auf ihnen das Bild der Sonne ſehen müſſen, und es würde unerklärlich bleiben, warum rothe Körper lauter rothes Licht nicht nur unter dem Reflexionswinkel zurückwerfen, ſondern nach allen Seiten verbreiten, und nach allen Richtungen roth ausſehen. Allein er ſcheint hiebey gar nicht an die Eigenſchaften rauher Flächen gedacht zu haben. Jeder dunkle Körper iſt doch nur in ſo fern ſelbſt ſichtbar, als ſeine Fläche rauh iſt. Eine rauhe Fläche aber zeigt kein Bild, und reflectirt an jedem Theile nach unzählbaren verſchiedenen Richtungen, eben darum, weil ſie rauh iſt. Alſo iſt es natürlich, daß ſie kein Sonnenbild zeigt, und daß ſie das Licht, ſo ſie zurückwirft (welches bey rothen Flächen nach **Newtons** Erklärung blos rothes Licht iſt u. ſ. w.) nach allen möglichen Seiten und Richtungen verbreitet. Vollkommen glatte Flächen hingegen können gar keine eigne Farbe zeigen, und Spiegel von gefärbtem Glaſe färben die Bilder nur in ſo fern, als dabey das bunte Glas ſelbſt ſichtbar wird.

Jede undurchſichtige feſte Materie, die hart und fein genug iſt, läſt ſich poliren und zu einem Spiegel machen; auch wird ſie wieder blos dunkler Körper, wenn man die Oberfläche rauh macht. Spiegel erfordern alſo keine eigne Materie, die anders auf das Licht wirkte, als ſonſt dunkle Körper überhaupt. Alles kömmt blos auf Undurchſichtigkeit und Glätte der Oberfläche an.

Durchſichtige Materien werden nur dann Spiegel, wenn kein Licht von andern Gegenſtänden von hinten zu

durch ſie ins Auge fallen kan. Sonſt geht durch eben die Stellen, welche Licht zurückſenden, auch durchfallendes Licht von andern Körpern, das die Empfindung des Bildes undeutlich macht. So ſpiegeln glatte Fenſterſcheiben, wenn man ſie von der Seite beſieht, in welchem Falle nur wenig Licht durchgehen kan, oder wenn man ihre Hinterfläche mit einem dunkeln Körper verdeckt. Dieſer Körper muß, wenn man gute Spiegel erhalten will, ſelbſt eine ſehr glatte Fläche annehmen, und ſich mit dieſer möglichſt genau an die Spiegelfläche anſchließen. Bey den gewöhnlichen Glasſpiegeln wird dieſe Abſicht durch die Belegung mit einem Amalgama von Zinn und Queckſilber ſehr gut erreicht.

Weil aber kein Körper völlig durchſichtig iſt, ſ. **Durchſichtig**, vielmehr ein jeder ſchon an der Vorderfläche einiges Licht zurückwirft, ſo machen alle Spiegel aus durchſichtigen Materien, z. B. aus Glas ꝛc. doppelte Bilder, eines durch ihre vordere, das andere durch ihre hintere Fläche, und ſind daher nicht ſonderlich geſchickt zu Werkzeugen, welche ſcharfe und genaue Bilder machen ſollen.

Die Spiegel werden nach der Geſtalt ihrer Flächen in ebne oder **Planſpiegel** und **krumme Spiegel** getheilt. Die krummen Spiegel ſind **ſphäriſche** oder **Kugelſpiegel**, **cylindriſche**, **koniſche**, **paraboliſche** u. ſ. w. je nachdem die ſpiegelnde Fläche einer Kugel, oder einem Cylinder, Kegel, Paraboloid u. ſ. w. zugehört. Alle dieſe krummen Spiegel ſind **Hohlſpiegel**, wenn die hohle, erhabne **Spiegel** oder **Converſpiegel**, wenn die erhabne Seite der Fläche zum Spiegel dienet. Hier ſind nur noch die Erſcheinungen an den Planſpiegeln und Converſpiegeln zu erklären, da von den ſphäriſchen und paraboliſchen Hohlſpiegeln unter eignen Artikeln gehandelt worden iſt, ſ. **Hohlſpiegel**, **Paraboliſche Spiegel**.

Ebne Spiegel.

Der ebne oder **Planſpiegel** (Speculum planum, *Miroir plan)* SV Taf. XXII. Fig. 15. ſendet alle Lichtſtralen,

die ein ſtralender Punkt C auf ihn wirft, dergeſtalt zurück, als ob ſie ſämmtlich aus dem hinter dem Spiegel befindlichen Punkte I kämen, deſſen ſenkrechter Abſtand von der Spiegelfläche (oder IA) eben ſo groß iſt, als der ſenkrechte Abſtand des ſtralenden Punkts C von eben dieſer Fläche, oder als CA, und der in der verlängerten Linie CA liegt.

Man betrachte z. B. den von C auf die Spiegelfläche kommenden Stral CG. Dieſer wird nach dem Geſetze der Zurückſtralung, ſ. Zurückwerfung, unter eben dem Winkel reflectirt, unter welchem er auf den Spiegel fällt, und bleibt zugleich in der Zurückſtralungsebne. Wenn nun CA das aus dem ſtralenden Punkte C auf die Spiegelfläche SV gefällte Loth vorſtellt, ſo iſt die Fläche des Papiers ſelbſt die Zurückſtralungsebne, und der zurückgeworfene Stral muß den Weg GK nehmen, für welchen x = o iſt. Verlängert man CA und GK ſo weit, bis ſich beyde in I ſchneiden, ſo haben die beyden rechtwinklichten Dreyecke CAG und IAG die Seite AG gemein und bey G gleiche Winkel, weil y der Vertikalwinkel von x = o iſt. Daher iſt auch IA = CA.

Weil eben dieſes auch für die übrigen von C einfallenden Stralen CE, CF ꝛc. ſtatt findet, ſo iſt I für ſie alle eben derſelbe Punkt. Die zurückgeworfenen Stralen GK, FL, EH treffen verlängert in dieſem I zuſammen, und kommen in jedes Auge ſo, als ob ſie aus I ausgegangen wären. Daher ſieht jedes Auge ein Bild von C in I, dem Punkte C gerade gegen über, und eben ſo weit hinter dem Spiegel, als C vor demſelben liegt.

Dieſer Ort des Bildes im Planſpiegel liegt ſowohl in der Spitze des Kegels KIH, den die zurückgeworfenen Stralen bilden (in vertice coni reflexi), als auch im Durchſchnittspunkte des ins Auge kommenden Strales KG oder LF mit dem verlängerten Lothe CA. Für den Planſpiegel iſt alſo Barrows Theorie vom Orte des Bildes eben ſowohl richtig, als der Grundſatz der Alten, ſ. Bild (Th. I. S. 354).

Steht alſo vor dem Planſpiegel ein Gegenſtand Cc, ſo hat jeder Punkt deſſelben, z. B. c, gegen des Spiegels

vordere Seite eben die Lage, welche ſein Bild i gegen des Spiegels hintere Seite hat. Nimmt man im Gegenſtande ſelbſt eine Reihe Punkte von C bis c, ſo findet ſich vollkommen eben die Reihe von Punkten im Bilde I i; oder das Bild iſt dem Gegenſtande gleich und ähnlich. Man ſieht alſo im Planſpiegel die Dinge vollkommen ſo, als ob ſie eben ſo weit hinter dem Spiegel ſtünden, als ſie vor demſelben ſtehen, ohne Aenderung ihrer Geſtalt und ſcheinbaren Größe, nur mit ſcheinbarer Verwechſelung der rechten und linken Seite, weil das Bild ſeine Vorderſeite gegen des Spiegels Hinterfläche kehrt.

Hieraus erklärt man ſehr leicht eine Menge Erſcheinungen im einzelnen Planſpiegel. Iſt der Gegenſtand gegen die Spiegelfläche geneigt, ſo ſcheint das Bild unter eben dem Winkel gegen die hintere Fläche des Spiegels geneigt, und macht alſo mit dem Gegenſtande ſelbſt einen doppelt ſo großen Winkel. Daher ſcheinen in Spiegeln, welche mit dem Horizonte Winkel von 45° machen, ſtehende Dinge zu liegen, liegende aufrecht zu ſtehen, fallende Körper horizontal fortzulaufen u. d. gl. Liegt der Spiegel ſelbſt wagrecht, ſo erſcheinen aufrechtſtehende Gegenſtände umgekehrt, wie ſich Bäume, Häuſer u. dergl. in der Oberfläche des Waſſers ſpiegeln. Ein Spiegel, wagrecht an der Decke des Zimmers angebracht, zeigt die Dinge auf dem Fußboden, über der Decke in umgekehrter Stellung ſchwebend, und eine auf den Boden fallende Kugel ſieht man darinn in die Höhe ſteigen.

Eine Kugel, welche auf der ſchiefen Fläche SB Taf. XXII. Fig. 16. von A nach B herabrollt, ſcheint im Spiegel SV lothrecht von a nach b aufzuſteigen, wenn die Richtung des Spiegels SV den Winkel bSB halbirt. Hiezu muß alſo der Winkel des Spiegels mit der Vertikallinie bS, oder $x = \frac{1}{2}\, bSB = \frac{1}{2}\,(90° + m) = 45° + \frac{1}{2}\, m$ ſeyn. Iſt z. B. die Fläche SB gegen den Horizont um 30° geneigt, ſo wird erfordert, daß der Spiegel mit der Scheitellinie einen Winkel von $45° + 15° = 60°$, alſo mit dem Horizonte auch einen von 30° mache. Kan man dem Auge die Fläche mit der Kugel verbergen, und den Spiegel

ſelbſt (von dem nur ein Stück, wie CD, da ſeyn darf) geſchickt verkleiden, daß der Zuſchauer ins Freye zu ſehen glaubt, ſo laſſen ſich die Täuſchungen in dieſer Art ſehr weit treiben.

Um ſich ſelbſt ganz zu überſehen, oder überhaupt einen Gegenſtand AB Taf. XXII. Fig. 17, der mit dem Auge A gleiche Entfernung vom Spiegel CD hat und mit demſelben parallel ſteht, ganz zu erblicken, muß der Spiegel CD wenigſtens die halbe Länge und Breite des Gegenſtandes haben. Denn da das Bild ab = AB, und Ca = CA iſt, ſo folgt CA = $\frac{1}{2}$ Aa und CD = $\frac{1}{2}$ ab = $\frac{1}{2}$ AB. Dies gilt, ſo groß auch immer die Entfernung des Gegenſtands und Auges vom Spiegel ſeyn mag, wenn nur beyde unter einander gleich bleiben.

Die Gleichheit des Einfalls- und Zurückſtralungswinkels giebt auch ein Mittel, zugängliche Höhen durch Planſpiegel zu meſſen. Legt man nämlich einen Planſpiegel C Taf. XXII. Fig. 18. horizontal, und geht auf wagrechtem Boden ſo weit zurück, bis das Auge in D die Spitze oder den Gipfel der Höhe A im Spiegel C erblickt, ſo bilden ſich die rechtwinklichten Dreyecke ABC und DEC, welche wegen der gleichen Winkel o und x ähnlich ſind. Man hat daher

EC : DE = CB : AB

wo die drey erſten Glieder, Abſtand des Standorts vom Spiegel, Höhe des Auges und Abſtand des Spiegels vom Grunde der Höhe AB, gemeſſen werden können, und mittelſt der Regel Detri die geſuchte Höhe AB, als das vierte Glied, geben.

Ebne Glasſpiegel geben von jedem Gegenſtande wenigſtens zwey Bilder. Es ſey Taf. XXII. Fig. 19, bd die vordere, BD die Hinterfläche eines Glasſpiegels, ſo wird der Punkt C von der Vorderfläche in i, von der Hinterfläche in I abgebildet, und es iſt ai = Ca, AI = CA, mithin iI = 2 a A, oder der Abſtand beyder Bilder der doppelten Dicke des Glaſes gleich. Steht das Auge in CA ſelbſt, ſo decken ſich beyde Bilder; ſteht es ſeitwärts in O, ſo rücken ſie um den Geſichtswinkel iOI auseinander, welcher deſto größer iſt, je näher das Auge dem Spiegel

und je mehr es dem Lothe CA zur Seite ſteht. Man ſieht dieſes doppelte Bild deutlich, wenn man eine Lichtflamme vor den Spiegel hält, und von der Seite flach dagegen ſieht. Das vordere Bild iſt weit ſchwächer, als das hintere, weil es nur die wenigen Stralen enthält, welche nicht durch die Vorderfläche des Spiegels gehen.

Auſſer dieſen Bildern erſcheinen gewöhnlich noch mehrere in K, L u. ſ. w. weil die Vorderfläche des Spiegels bd ſelbſt diejenigen Stralen, die von der hintern Fläche BD zurück kommen, nicht alle durchläſt, ſondern einen Theil davon wieder zurückſendet, der zum zweytenmale von BD reflectirt wird, und ein drittes Bild in K veranlaſſet. Auch von dieſem Theile Stralen werden wiederum einige von bd zurück und zum drittenmale auf BD geworfen, daher das vierte Bild in L entſteht u. ſ. w. So ſieht man von der Lichtflamme C eine Reihe Bilder i, I, K, L u. ſ. f. hinter einander, worunter das zweyte I das lebhafteſte iſt. Die folgenden K, L ꝛc. werden der Ordnung nach immer ſchwächer, bis ſie ſich endlich ganz verlieren.

Die Verbindung mehrerer Planſpiegel giebt ebenfalls eine Menge merkwürdiger und angenehmer Erſcheinungen, von denen einige bey dem Worte **Spiegelkaſten** angeführt werden.

Unſtreitig ſind die metallnen Spiegel die älteſten (Plin. H. N. XXXIII. 9.); doch haben auch die gläſernen ein hohes Alter, und ſcheinen nach des **Plinius** Nachricht bey der Glasofficin zu Sidon erfunden zu ſeyn (Plin. H. N. XXXVI. 26. Aliud vitrum flatu figuratur, aliud torno teritur, aliud in argenti modum cælatur, Sidone *quondam* illis officinis nobili, ſiquidem et *ſpecula excogitaverat.*) Anfänglich machte man das Glas nur durch eine ſehr dunkle Farbe undurchſichtig, wie denn auch geſchliffene Steine von dunkler Farbe zu Spiegeln gebraucht wurden; hernach übergoß oder überzog man die hintere Fläche mit Bley. Dieſe Art Spiegel ſcheint im mittlern Zeitalter die gemeinſte geweſen zu ſeyn. **Vincenz von Beauvais** ſagt in ſeinem um 1240 geſchriebenen Speculum naturale: „Inter omnia melius eſt ſpeculum ex vitro et plumbo.

„Quando ſuperfunditur plumbum vitro calido — effici„tur altera parte terminatum valde radioſum"; und **Johann Peckham** führt in ſeiner, ebenfalls im dreyzehnten Jahrhunderte geſchriebenen, Perſpectiva communis, beſonders an, daß man auch Spiegel aus Eiſen und Stahl machen könne, die alſo damals nicht mehr die gebräuchlichſten geweſen seyn können. Noch lange Zeit hernach verfertigte man die gemeinſten Spiegel ſo, daß man in die noch weiche Glasblaſe Harz oder Colophonium warf, ſogleich ein Gemenge von Bley und Spießglas hineingoß, die Blaſe herumſchwenkte und zu kleinen Spiegeln zerſchnitt. Die Belegung mit Zinnblättern und Queckſilber ſoll erſt im 14ten Jahrhunderte erfunden ſeyn, obgleich die Alten das Amalgama ſchon kannten, auch wuſten, daß ſich Queckſilber am beſten in gläſernen Gefäßen aufbewahren ließ, wobey man an dem mit dieſem Metall gefüllten Glaſe den ſchönſten Spiegel haben muſte. Die Kunſt, Glastafeln zu Spiegeln zu gießen, iſt im Jahre 1688 von **Abraham Thewart** in Frankreich erfunden. In neuern Zeiten iſt man durch die Erfindung der Spiegelteleſkope wieder auf den Gebrauch und die Verbeſſerung der Metallſpiegel gekommen, ſ. Spiegelteleſkop.

Erhabne Spiegel.

Der **erhabne** oder **Converſpiegel** (Speculum convexum, *Miroir convexe*) iſt ein krummer Spiegel, deſſen Fläche nach der Vorderſeite zu erhaben iſt. Die Krümmung kan ſphäriſch, paraboliſch, elliptiſch, hyperboliſch ꝛc. ſeyn. Gemeiniglich werden nur ſphäriſche Converſpiegel, oder **erhabne Kugelſpiegel** (Specula ſphaerica convexa) gebraucht, welche am leichteſten zu verfertigen ſind, wenn man nach **Wolfs** Vorſchrift (Elem. Catoptr. Cap. III. Probl. 15.) dünne hohle Glaskugeln auf der innern Seite mit einem Amalgama von Queckſilber, Zinn und Wißmuth belegt, welches durch bloßes Eingießen des ſehr flüßigen Amalgama und Herumſchwenken der Kugel bewerkſtelliget werden kan.

Parallelſtralen, welche auf die Fläche eines erhabnen Kugelſpiegels fallen, werden von derſelben ſehr divergent zurückgeworfen. Der Sonne ausgeſetzt geben alſo dieſe Spiegel eine weiter ausgebreitete, aber ſehr ſchwache Erleuchtung.

Was die Bilder der in ſolchen Spiegeln geſehenen Gegenſtände betrift, ſo hat man darüber zweyerley Grundſätze, indem **Euklids** Katoptrik den Ort des Bildes dahin ſetzt, wo der vom Spiegel zurückgeworfene Stral das vom ſichtbaren Punkte auf die Spiegelfläche gefällte Loth ſchneidet, **Barrow** aber dieſen Ort in der Spitze des von den zurückgeworfenen Stralen gebildeten Kegels annimmt, ſ. Bild. Herr **Käſtner** (De obiecti in ſpeculo ſphærico viſi magnitudine apparente, Comm. Nov. Gotting. To. VIII. 1777.) hat gezeigt, daß es in ſphäriſchen Spiegeln, wenn gleich die Lage des ſichtbaren Punkts beſtimmt iſt, dennoch keine eigentliche oder gemeinſchaftliche Spitze aller Stralenkegel gibt: inzwiſchen laſſen ſich doch relative Orte der Bilder (ſ. **Ort, ſcheinbarer**) gedenken, um welche die Zerſtreuungspunkte der reflectirten Stralen am dichteſten beyſammen ſind, und man irrt wenigſtens nicht ſehr, wenn man annimmt, daß dieſe Orte in das Perpendikel von dem ſichtbaren Punkte auf die Fläche des Spiegels (oder hier in den nach dem ſichtbaren Punkte zu gehenden Halbmeſſer des Spiegels) fallen.

Dies vorausgeſetzt, ſey Taf. XXIII. Fig. 20. SV der Durchſchnitt eines erhabnen Kugelſpiegels mit der Zurückſtralungsebne; C der Mittelpunkt des Spiegels; AB ein Gegenſtand vor dem Spiegel, aus deſſen Endpunkten die Halbmeſſer AC, BC beyde auf die Spiegelfläche ſenkrecht gezogen ſind. Die aus A auf den Spiegel fallenden divergirenden Stralen AR, AG werden nach der Zurückwerfung mehr divergent, faſt ſo, als ob ſie aus einem nähern Punkte des Perpendikels I herkämen. So wird dem Auge O, das dieſe Stralen auffaßt, das Bild von A ohngefähr um I zu liegen ſcheinen; und eben ſo wird das Bild von B hinter dem Spiegel in M auf der Linie CB erſcheinen. Der Gegenſtand bildet ſich alſo **hinter dem Spiegel** in IM auf-

recht und verkleinert ab. Je weiter AB vom Spiegel abrückt, deſto weniger divergiren die reflectirten Stralen, deſto weiter rücken alſo die Vereinigungspunkte I und M gegen C hin, und deſto ſtärker wird die Verkleinerung. Auch verkleinern ſolche Spiegel deſto mehr, je kleiner ihr Halbmeſſer iſt.

Man kan ſich von dieſen Wirkungen der erhabnen Kugelſpiegel leicht überzeugen, wenn man kugelrunde Knöpfe mit polirter Vergoldung, Uhrgehäuſe u. dergl. betrachtet. Die Gegenſtände zeigen ſich darinn, wie in einem Miniaturgemählde, und ſcheinen nahe hinter der Fläche des Spiegels zu liegen; doch wird ihre Geſtalt und Lage, beſonders gegen den Rand des Spiegels zu, etwas verzerrt und unregelmäßig.

Nimmt man Euklids Grundſatz über den Ort des Bildes für richtig an, ſo ſcheint es Fälle zu geben, in welchen das Bild auf der Fläche des Spiegels ſelbſt, oder gar auſſerhalb des Spiegels erſcheinen müſte, wenn nemlich der Winkel des Loths AC mit dem in den Einfallspunkt R gezogenen Halbmeſſer CR, dem doppelten Winkel des einfallenden Strals AR mit der Spiegelfläche gleich, oder noch größer, als dieſes Doppelte, iſt (d. i. wenn ACR = 2ART, oder gar > 2ART). **Wolff** (Elem. Catoptr. §. 168. Schol.) glaubt, dieſes wirklich beobachtet zu haben. Er hielt ein Stück Silberdrath ſehr nahe und ſchief an die Fläche eines erhabnen Kugelſpiegels, und ſahe das Bild den Drath ſelbſt berühren, obgleich der Drath den Spiegel nicht berührte. Es fallen aber alle Verſuche hierüber ſo zweifelhaft aus, daß man nicht mit Zuverläßigkeit entſcheiden kan. Auch iſt zu bemerken, daß das Bild in dieſen Fällen nicht auf oder vor der Vorderfläche erſcheinen kan, ſondern die Meinung iſt, daß es an der vom Auge abgewendeten Seite der Spiegelkugel erſcheine, z. B. dem Auge O in der 20ſten Figur bey S. Nach **Barrows** Grundſatze muß das Bild allezeit innerhalb des Spiegels erſcheinen.

Das Bild einer geraden Linie, welche auf der Spiegelfläche ſenkrecht ſteht, ſoll nach Euklids Grundſatze, auch

im Spiegel, als eine gerade Linie erſcheinen, weil alle Punkte von ihm in einerley Loth auf die Spiegelfläche, nemlich in die Verlängerung der abgebildeten Linie ſelbſt, fallen. Nach **Barrow** hingegen bekömmt das Bild, von jeder Seite betrachtet, einige Krümmung. Die Erfahrung entſcheidet auch hiebey nicht deutlich. Beyde Theorien ſtimmen darinn überein, daß das Bild einer ſolchen Linie, wenn ſie auch unendlich lang wäre, doch nicht länger, als der halbe Radius des Spiegels, erſcheinen könne; daher im erhabnen Kugelſpiegel überhaupt kein Bild weiter hinter ſeiner Fläche erſcheint, als um die Helfte des Halbmeſſers.

Cylindriſche Spiegel laſſen ſich der Länge nach als Planſpiegel, der Queere nach als ſphäriſche betrachten, weil man nach jener Richtung auf ihnen lauter gerade Linien mit der Axe parallel, nach dieſer lauter Kreiſe mit der Grundfläche parallel, ziehen kan. Daher zeigen ſich in ihnen die Gegenſtände der Länge nach in ihrer wahren Geſtalt und Größe, der Queere nach verkleinert.

Koniſche Spiegel ſtellen der Länge nach eine Menge ebner, der Queere nach eine Menge erhabner Spiegel dar, deren Durchmeſſer nach der Spitze des Kegels hin immer kleiner werden. Daher erſcheinen die Gegenſtände in ihnen ſo, daß die gegen die Spitze zu geſehenen Theile der Queere nach immer ſtärker verkleinert oder zuſammengezogen werden, indem ſie der Länge nach ihre eigentliche Größe behalten. Ein Viereck z. B. erſcheint als ein unregelmäſſig verzerrtes Dreyeck oder Trapezium.

Von Bildern, welche vom Auge unmittelbar betrachtet verzerrt ausſehen, im cylindriſchen oder koniſchen Spiegel aber eine ordentliche Geſtalt bekommen, ſ. **Anamorphoſen**.

Käſtner Anfangsgr. der Katoptrik. Dritte Aufl. Götting. 1780. 8. S. 236. u. f.

Briſon Dictionnaire raiſonné de Phyſique, Art. *Miroir*.

Beckmann Anleitung zur Technologie. Dritte Ausgabe. Göttingen, 1787. 8. S. 341. u. f.

Spiegelcabinet, Spiegelkaſten, Ciſtula catoptrica, *Boite catoptrique*, *Caiſse catoptrique*, *Cabinet de glace*. Man giebt dieſen Namen allen mit Wänden umſchloßenen Räumen, in welchen mehrere Planſpiegel ſo angebracht ſind, daß ſie die Bilder der Gegenſtände vervielfältigen. Man bekleidet entweder große Zimmer und Säle ſo mit Spiegeln, daß die Gegenſtände darinn faſt ins Unzählbare vervielfältiget werden (**Spiegelzimmer, Spiegelſäle**), oder man richtet kleine portative Spiegelkaſten ſo ein, daß der von auſſen hineinſehende Zuſchauer mehrere Gegenſtände, ſtatt eines einzigen, erblickt. Die ganze Sache beruht auf der Vervielfältigung der Bilder durch zween oder mehrere Planſpiegel.

Wenn man zween Planſpiegel einander parallel gegenüber ſtellt, ſo werden die Stralen, die ein dazwiſchenliegender Gegenſtand ausſendet, unaufhörlich von einem Spiegel zum andern zurückgeworfen. Alſo ſieht ein Auge, das ſich ebenfalls zwiſchen den Spiegeln befindet, den Gegenſtand in beyden durch einmal, zweymal, dreymal u. ſ. w. hin und her reflectirte Stralen, oder es erſcheint ihm in jedem Spiegel eine Reihe von unzählbaren Bildern des Gegenſtands, unter denen die hintern immer ſchwächer werden (weil doch bey jeder Reflexion etwas Licht verlohren geht), ſo daß man die letzten wegen ihrer Schwäche und Dunkelheit nicht mehr wahrnehmen kan. So bildet eine brennende Kerze zwiſchen parallelen Spiegeln in jedem eine geradlinigte Reihe von faſt unzählbaren Lichtflammen ab.

Wenn die Ebnen beyder Spiegel einen Winkel mit einander machen, ſo bleiben die vervielfältigten Bilder nicht mehr in einer geradlinigten Reihe, ſondern ſtellen ſich in einen Kreisbogen, der den Abſtand des Gegenſtands von der Spitze des Winkels zum Halbmeſſer hat, und es können in jedem Spiegel nur ſo viel Bilder geſehen werden, als in dem hinter dem Spiegel liegenden Halbkreiſe Platz haben. Daher ſieht man in ſolchen Spiegeln ſtatt eines Lichts mehrere in einem Kreiſe ſtehende, ſtatt eines gleichſchenklichten Dreyecks, deſſen Winkel an der Spitze in den Winkel beyder Spiegel paſſet, ein ganzes Polygon u. ſ. w. Die Geſetze

dieſer Vervielfältigung waren Trabern (Nerv. Optic. L. II. cap. 4. 5.) und andern, welche mühſam darüber geſchrieben haben, nur ſehr unvollkommen bekannt; Herr Käſtner (De multiplicatione imaginum ope duorum ſpeculorum planorum in Diſſ. mathem. et phyſ. Altenburg. 1757. 4. no. II. p. 8.) hat gezeigt, wie ſie ſich kurz und allgemein finden laſſen. Wenn der Winkel beyder Spiegel ein aliquoter Theil von 360°, z. B. der nte iſt, ſo iſt die Anzahl der Bilder = n — 1.

Hierauf gründet ſich die Einrichtung mehrerer Spiegelkaſten, welche unter die älteſten katoptriſchen Spielwerke gehören. Es wird genug ſeyn, zwo Arten davon zu beſchreiben.

Ein Kaſten, in Form eines vieleckigten ſenkrechten Prisma, wird durch Diagonalwände, die ſich alle in der Axe des Prisma ſchneiden, in ſo viel dreyeckigte Zellen getheilt, als Seitenflächen da ſind. Man überlegt dieſe Diagonalwände auf beyden Seiten mit Spiegelglas, bohrt in die Seitenflächen Löcher, wodurch man in die Zellen ſehen kan, ſtellt in jede Zelle einen andern Gegenſtand, und bedeckt den Kaſten von oben mit dünnem Pergamen, Leinwand oder Gaze, welche das Licht durchfallen läſt. Man ſieht alsdann durch jedes Loch einen Schauplatz, eben ſo groß, als den ganzen Kaſten, der doch jedesmal mit andern Gegenſtänden erfüllt iſt.

Oder es werden in einem Kaſten von eben der Form, aber ohne Diagonalwände, blos die innern Seitenflächen mit Spiegelglas belegt, wovon man an den Löchern die Belegung abſchabt, um in das Innere ſehen zu können. Mitten in den Kaſten wird ein einzelner Gegenſtand, z. B. eine Puppe, ein Vogel im Keficht u. dergl. geſtellt. Sieht man nun durch ein Loch hinein, ſo erſcheint der Gegenſtand unglaublich vervielfältiget, und man ſieht ein ganzes Heer von Puppen oder Vögeln. Da parallel geſtellte Spiegel die ſtärkſte Vervielfältigung geben, ſo ſchicken ſich zur Form des Kaſtens am beſten Polygone mit gerader Anzahl von Seiten z. B. das Sechseck, Achteck ꝛc.

weil bey ſolchen die gegenüberſtehenden Seiten gleichlaufend ſind.

Man erklärt hieraus leicht die Einrichtung der Spiegelſäle, in denen eine Menge großer einander gegenüber geſtellter Spiegel die Bilder der Kronleuchter u. ſ. w. ins Unzählbare vervielfältiget.

Wolf Elem. Catoptricæ. Probl. 11. 12. 14.

Ozanam Recreations mathem. et phyſ. ed. Paris, 1735. 8 maj. Probl d'Optique XVII. XVIII. p. 365. ſqq.

Spiegelmikroſkop, ſ. Mikroſkop.

Spiegelteleſkop, reflectirendes Teleſkop, Reflector, Teleſcopium catadioptricum ſ. reflectens, *Teleſcope catoptrique ou catadioptrique, Teleſcope de reflexion,* engl. Reflecting teleſcope, Reflector. Ein Fernrohr, in welchem, ſtatt des Objectivglaſes, Spiegel gebraucht werden. Weil bey Spiegeln mit Gläſern verbunden, die Wirkung theils katoptriſch theils dioptriſch iſt, ſo giebt man ſolchen Werkzeugen den zuſammengeſetzten Namen der **katadioptriſchen. Teleſkop** iſt zwar eine allgemeine Benennung aller Fernröhre, unter der aber ſehr oft die reflectirenden vorzugsweiſe verſtanden werden. So redet man von gregorianiſchen und newtoniſchen **Teleſkopen**; dagegen nennt man ein Inſtrument nicht gern Teleſkop, lieber Fernrohr oder Tubus, wenn es nur Gläſer, und keine Spiegel hat. Der Name **Reflector** iſt neuerlich aus der engliſchen Sprache herübergenommen.

Auf den Gebrauch der Spiegel in Fernröhren verfiel zuerſt der **P. Merſenne** (Vniverſae Geometriae mixtaeque Mathematicae Synopſis. Paris 1644. 4. in Catoptrica, prop. VII.). Er ſagt daſelbſt, man könne einen groſſen paraboliſchen Hohlſpiegel mit einem kleinern ebenfalls paraboliſchen Convex- oder Hohlſpiegel, und allenfalls noch mit einem kleinen Planſpiegel, ſo verbinden, daß das Ganze, wie ein Fernrohr, entlegne Dinge vergrößert darſtelle. In ſeiner Balliſtik giebt er ſogar eine Abbildung hiezu, wo nahe am Brennpunkte einer großen Parabel eine andere kleinere ſteht, welche Parallelſtralen, die von jener

convergent reflectirt werden, wieder parallel zurückwirft, und ſo durch eine in der großen Parabel befindliche Oefnung ins Auge ſendet. Nach dieſem Vorſchlage ſollte das Inſtrument nur Spiegel allein, und gar keine Gläſer, enthalten.

Merſenne ſcheint auf dieſen Gedanken ſchon 1639 gekommen zu ſeyn. Wenigſtens finden ſich unter Descartes Briefen zween an ihn gerichtete (*Renati Descartes* Epiſtolae. Amſt. 1682. 4. P. II. Epiſt. 29 et 32), denen zwar das Datum fehlt, die aber doch nach ihrem Zuſammenhange mit den übrigen in die Mitte des Jahres 1639 geſetzt werden müſſen. Im erſten dieſer Briefe äuſſert Descartes, die von Merſenne vorgeſchlagnen Spiegel würden weniger leiſten, als die Fernröhre mit Gläſern, 1. weil man das Auge nicht nahe genug an den kleinen Spiegel bringen, 2. weil man ſie nicht in Röhren faſſen, und das Licht von den Seiten abhalten könnte, 3. weil ſie eben ſo lang, als die gewöhnlichen Fernröhre, ſeyn müſten, daher ihre Verfertigung eben ſo viel Schwierigkeit haben würde, 4. weil durch die Reflexion viel Licht verlohren gehe. Dieſe Einwürfe hatte Merſenne beantwortet und der zweyte Brief enthält nun Descartes Erinnerungen über dieſe Antwort. Die Einwürfe ſind, den vierten ausgenommen, eben nicht von großer Erheblichkeit; inzwiſchen können ſie doch den **P. Merſenne** abgehalten haben, die Ausführung des Vorſchlags zu verſuchen.

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts ſuchte man die Abweichung der dioptriſchen Fernröhre unter andern durch hyperboliſche Objectivgläſer zu verbeſſern, ſ. Abweichung, dioptriſche (Th. I. S. 13). Dieſe Gläſer muſten, ihrer Geſtalt wegen, um die Mitte ſehr dick ausfallen, dadurch eine Menge Licht wegnehmen, und die Helligkeit der Bilder ungemein ſchwächen. Ueberdies waren alle Verſuche der Künſtler, den Gläſern ſolche Geſtalten zu geben, mißlungen. Durch dieſe Umſtände fand ſich **Jacob Gregory** im Jahre 1663 veranlaſſet, Spiegel anſtatt der Gläſer vorzuſchlagen. Es iſt nicht wahrſcheinlich, daß ihm die Schriften des **Merſenne** hiezu Anleitung gege-

ben haben; auch wollte er nicht blos Spiegel, ſondern eine Verbindung von Spiegeln und Gläſern brauchen, und die Briefe des Descartes, die erſt 1656 in Holland gedruckt wurden, konnten ihm damals noch gar nicht bekannt ſeyn.

Gregory glaubte, es werde leichter ſeyn, paraboliſche und elliptiſche Spiegel zu machen, als hyperboliſche Gläſer. Er ſchlug daher (*Jac. Gregorii* Optica promota cum append. ſubtilium Problematum aſtronom. Londini, 1663. 4.) ein Teleſkop mit zween metallnen Spiegeln vor. Der größere paraboliſche Hohlſpiegel ſollte die Parallelſtralen, welche von jedem Punkte des Gegenſtandes kämen, zuſammenlenken. In der Axe jenes erſten ſollte der Mittelpunkt eines kleinern elliptiſchen Hohlſpiegels ſtehen, der dieſe Stralen zurückſenden, und ein Bild des Gegenſtandes nicht weit vor dem großen Hohlſpiegel entwerfen würde. Der große Hohlſpiegel ſollte in der Mitte durchbohrt ſeyn, um ein Augenglas in der Oefnung anzubringen, wodurch das Bild, wie in einem gewöhnlichen Fernrohre, betrachtet würde. Gregory konnte aber dieſen Vorſchlag nicht wirklich ausführen, weil er ſelbſt zu wenig mechaniſche Geſchicklichkeit beſaß. Zwar bekam er einen metallnen Objectivſpiegel, nebſt andern kleinen, von Reives und Cox geſchliffen; aber ſie waren nur ſphäriſch und nicht gut polirt. Er machte unvollkommne Verſuche damit, ohne ſie einmal in eine Röhre zu faſſen, und gab endlich aus Unmuth über den Mangel paraboliſcher Spiegel die ganze Sache auf.

Newton entdeckte inzwiſchen im Jahr 1666, daß die Abweichung der dioptriſchen Fernröhre größtentheils von der Farbenzerſtreuung abhange, und da ihn ſeine Verſuche verleiteten, dieſe Abweichung bey bloßen Gläſern für unvermeidlich zu halten, ſo gab er von dieſer Zeit an die Verbeſſerung der Gläſer gänzlich auf, und wandte dagegen alle ſeine Aufmerkſamkeit auf den Gebrauch der Spiegel. Hiebey war ihm Gregory's Vorſchlag nicht unbekannt; er blieb aber doch bey der ſphäriſchen Geſtalt ſtehen, weil er die Schwierigkeiten, Spiegeln die Figur der Kegelſchnitte zu geben, für allzugroß anſahe. Es glückte ihm

bald, ein Teleſkop mit einem Metallſpiegel zu Stande zu bringen, welches 30 bis 40 mal vergrößerte, und am 18ten Jan. 1672 von der königlichen Societät zu London mit Beyfall aufgenommen ward (ſ. The hiſtory of the royal Society in London by *Thom. Birch.* Lond. 1756. 4maj. Vol. III. p. 4.). Seine eigne Beſchreibung dieſes Werkzeugs findet ſich in den Transactionen (A new catadioptrical Teleſcope, Phil. Trans. No. 82. p. 4004. Mart. 1672.) und etwas abgeändert in ſeiner Optik (L. I. P. I. Prop. VIII. Probl. 2.)

Taf. XXIII. Fig. 21. iſt abcd ein hohler Metallſpiegel, der in den Boden einer inwendig geſchwärzten Röhre vxyz eingeſetzt wird. Weiter vorwärts in dieſer Röhre wird der ebne Metallſpiegel fg von dem Träger k gehalten, an dem die von abcd reflectirten Parallelſtralen pq, rs ſeitwärts abprallen, und ſich in t zu einem Bilde vereinigen. Dieſes t iſt zugleich der Brennpunkt des planconvexen Augenglaſes h, durch welches das Bild in t vom Auge betrachtet wird. In dieſes newtoniſche Teleſkop ſieht man alſo nicht gerade auf den Gegenſtand pr zu, ſondern an der Seite hinein, welches zwar das Suchen der Objecte ſchwer macht, dagegen aber zu Betrachtung hoher Gegenſtände ſehr bequem iſt, weil das Auge hoch ſteht, wenn die Axe des Inſtruments gegen das Zenith gerichtet iſt.

Da **Newton** durch Metallſpiegel die geſuchte Deutlichkeit nicht erhielt, ſo empfahl er in der Optik ſtatt abcd ein Glas, das an der Vorderſeite hohl, an der Hinterſeite erhaben, an allen Stellen gleich dick, und auf der Hinterſeite mit Queckſilber belegt wäre, ſtatt des Planſpiegels fg aber ein gläſernes Prisma efg, das die Stralen von der Fläche fg zurückwürfe. Die Stralen läßt er hinter dem Augenglaſe durch ein dünnes Loch in einer Metallplatte gehen, um die vom Rande der Spiegel kommenden aufzufangen, und das Bild deutlicher zu machen. Er ſagt, ein ſolches Inſtrument, 6 Fuß lang (vom Spiegel bis zum Prisma, und von da bis t gerechnet) vertrage, wenn es gut gearbeitet ſey, eine Oefnung von 6 Zoll am Spiegel, und vergrößere 200 — 300 mal. Der Spiegel müſſe

1—2 Zoll breiter, als die Oefnung, und das Glas ſo dick ſeyn, daß es ſich bey der Bearbeitung nicht biege. Die Fläche fg ſey nicht zu foliiren, weil ſich das Prisma auch ohne Belegung ſo ſtellen laſſe, daß alle Stralen reflectirt würden.

Als Newtons Erfindung bekannt ward, eignete ſich Caſſegrain in Frankreich (Journal des Scavans 1672.) eine Entdeckung zu, welche mit Gregory's Vorſchlage übereinſtimmt, nur daß ſtatt des paraboliſchen und elliptiſchen Hohlſpiegels, ein durchbohrter ſphäriſcher Hohlſpiegel und ein kleiner Convexſpiegel gebraucht wird. Dieſes caſſegrainſche Teleſkop wird um die doppelte Brennweite des kleinen Spiegels kürzer, als das gregorianiſche, zeigt aber die Gegenſtände umgekehrt. **Newton** (Philoſ. Trans. No. 83. p. 4057. May 1672.) macht einige Einwendungen gegen dieſe Einrichtung, welche zum Theil auch die gregorianiſche treffen, die ſich doch in der Folge vortreflich bewieſen hat. Die Engländer beſchuldigten Caſſegrain, er habe Gregory's Erfindung nachgeahmt, und den Convexſpiegel nur gewählt, um ſie abzuändern, und für die ſeinige auszugeben. **Montucla** ſchreibt dem caſſegrainſchen Teleſkop Vorzüge vor dem newtoniſchen und gregorianiſchen zu, weil es kürzer ſey, und der Convexſpiegel durch die verminderte Convergenz der Stralen das Bild vergrößere. Nach **Michell's** Bemerkung aber, welche Prieſtley anführt, wird die Abweichung wegen der Geſtalt des großen Hohlſpiegels durch einen ſphäriſchen Convexſpiegel (der eigentlich hyperboliſch ſeyn ſollte) noch mehr vergrößert, durch einen ſphäriſchen Hohlſpiegel aber (der eigentlich elliptiſch ſeyn müßte) eher vermindert; es iſt alſo das gregorianiſche Teleſkop allerdings dem caſſegrainſchen vorzuziehen.

D. **Hook** verfertigte das erſte reflectirende Teleſkop, deſſen großer Spiegel nach Gregory's Art durchbohrt war, und zeigte daſſelbe der königlichen Societät zu London im Jahre 1674. Bey allen den ſchönen Ausſichten, die dieſe Erfindungen und Proben verſprachen, blieb doch die Sache noch ein halbes Jahrhundert lang liegen, und ward

von den meiſten als eine blos theoretiſche Speculation angeſehen.

Erſt 1718 zog **John Hadley** dieſen wichtigen Gegenſtand der praktiſchen Optik aufs neue aus der Vergeſſenheit. Er übergab der londner Societät im Jahre 1723 ein nach Newtons Vorſchlage eingerichtetes vortrefliches Teleſkop, deſſen metallner Spiegel nach einem Halbmeſſer von 10 Fuß $5\frac{1}{4}$ Zoll ausgeſchliffen war, folglich $62\frac{5}{8}$ Zoll Brennweite hatte (An accoant of a reflecting teleſcope made by M. *John Hadley* in Philoſ. Trans. No. 376. p. 303).

D. Pound und **Bradley**, die dieſes Werkzeug gemeinſchaftlich unterſuchten, ſtatteten einen ſehr vortheilhaften Bericht davon ab (ibid. No. 378. p. 382). Sie verglichen es mit dem berühmten Fernglaſe ohne Röhren von **Huygens**, deſſen Objectivglas 123 Fuß Brennweite hatte (das alſo über 23 mal länger war), und fanden, daß es ein eben ſo kurzes Ocular vertrug, eben ſo ſtark vergrößerte, und eben die Deutlichkeit, jedoch nicht völlig dieſelbe Helligkeit, gewährte. Dennoch ſahen ſie dadurch alles, was des Huygens Fernglas zeigte, unter andern die fünf Trabanten des Saturns, noch beſſer, als durch das lange Fernglas, bey dem die Dämmerung in den Sommernächten ſehr hinderlich war, weil es keine Röhren hatte. Sie urtheilten, wenn es möglich wäre, die Metallſpiegel vor dem Anlaufen zu ſichern, oder eben ſo gute Glasſpiegel zu machen, ſo würden die Aſtronomen die bisherigen langen Fernröhre mit Freuden gegen ſolche Spiegelteleſkope vertauſchen.

Hadley fand die newtoniſche Einrichtung, bey der man ſeitwärts in das Teleſkop ſehen muß, unbequem, und gieng alſo zu der gregorianiſchen über, die er mit großer Vollkommenheit im Jahre 1726 zu Stande brachte. Es wird hier der Ort ſeyn, dieſes ſo berühmt gewordene gregorianiſche Spiegelteleſkop ſo, wie man es ſeit Hadleys Zeiten verfertiget, zu beſchreiben und etwas von ſeiner Theorie beyzubringen.

Taf. XXIII. Fig. 22. ſey TYYT eine meſſingene Röhre, in welcher LL ein metallner in der Mitte durchbohrter Hohl-

ſpiegel, EF aber ein kleinerer Hohlſpiegel iſt, der ſich hin und her ſchieben läſt. AB ſey ein ſehr entlegner Gegenſtand, der von jedem Punkte Parallelſtralen in den Spiegel LL ſendet, von welchen hier zween von B und zween von A kommende vorgeſtellt ſind. Dieſe werden vom Hohlſpiegel ſo reflectirt, daß dadurch in KH ein umgekehrtes Bild des Gegenſtandes entſteht. Von dieſem Bilde fallen die Stralen, wie von einem wirklichen Gegenſtande, auf den kleinen Spiegel EF, und werden von ihm ſo zurückgeworfen, daß ſie in QQ ſich vereinigen und ein aufrechtes Bild machen würden, welches von dem Auge O durch ein einfaches Augenglas betrachtet werden könnte.

Weil aber das Auge auf dieſe Art nur einen kleinen Theil des Gegenſtandes überſehen würde, ſo nimmt man lieber zwey, oder noch mehrere Augengläſer, welche, wie beym zuſammengeſetzten Mikroſkope, ſo verbunden werden, daß das letzte Bild im Brennpunkte des letzten Augenglaſes liegt. Die Figur ſtellt ein ſolches Teleſkop mit zwey Augengläſern vor. Hier werden die Stralenkegel, noch ehe ſie das Bild QQ machen, durch das Planconvexglas MN aufgefangen, daß ſie ſich ſchon in PV vereinigen, und ein kleineres aufrechtes Bild entwerfen, welches vom Auge O durch den Meniskus SS betrachtet wird, in deſſen Brennpunkte ſich das Bild PV befindet. Dieſer ſendet alſo die Stralenkegel aus PV parallel ins Auge, und zeigt daher das Bild aufrecht, und den Presbyten deutlich.

Die Vergrößerung hiebey wird am leichteſten nach Muſſchenbroek (Introduct. ad philoſ. nat. Vol. II. p. 822.) auf folgende Art berechnet. Taf. XXIII. Fig. 23. ſey der Brennpunkt des größern Spiegels LL in I, der des kleinern EDF in C, die Oefnung des größern in A. Man betrachte den Stral bb, der von dem obern Punkte eines ſehr entlegnen Gegenſtandes durch den Brennpunkt I geht. Dieſer wird vom Spiegel LL parallel mit der Axe AD nach E, und vom Spiegel EDF durch deſſen Brennpunkt C nach N reflectirt. Hier bricht ihn das erſte Glas nach NK, und der Meniskus SS ſendet ihn nach SO. Das Auge O bekömmt nun vom obern Punkte des Gegenſtands lauter

Stralen mit SO, und vom mittelſten Punkte lauter Stralen mit der Axe TO parallel. So ſieht es die Helfte des Gegenſtandes unter dem Winkel O. Das bloße Auge in b ſähe ſie unter dem Winkel b. Die Vergrößerung kömmt alſo auf das Verhältniß der Winkel b : O an. Es iſt aber (weil ſich kleine Winkel, wie ihre Tangenten, verhalten)

$$b : c = DC : AI$$
$$c = nCN : K = nK : Cn$$
$$K : O = TO : TK$$

Folglich $b : O = DC \times nK \times TO : AI \times Cn \times TK$

Nennt man die Brennweiten der Augengläſer MN und SS, φ und ψ, ſo laſſen ſich Cn, nK, TK, TO leicht berechnen, wenn φ, ψ und die Abſtände der Gläſer Dn und nT gegeben ſind. Es iſt nemlich

$$Cn = Dn - DC$$
$$nK = \frac{Cn.\ \varphi}{Cn - \varphi}$$
$$TK = nK - nT$$
$$TO = \frac{TK.\ \psi}{TK + \psi}$$

f. Linſengläſer.

Ex. Nach Smith (Lehrbegrif der Optik, deutſche Ausg. S. 469.) war in Short's beſtem gregorianiſchen Teleſkope

Brennweite des großen Spiegels AI - - = 9,6 Zoll
Brennweite des kleinen DC - - - - - = 1,5
Abſtand deſſelben vom nächſten Augenglaſe Dn = 14,2
Brennweite des nächſten Augenglaſes φ - = 3,8
Abſtand beyder Augengläſer nT - - - = 2,4
Brennweite des letzten Augenglaſes ψ - = 1,1

Hieraus findet man $Cn = Dn - DC = 14,2 - 1,5 = 12,7$

$$nK = \frac{Cn.\ \varphi}{Cn - \varphi} = \frac{12,7 . 3,8}{8,9} = 5,4$$
$$TK = nK - nT = 5,4 - 2,4 = 3,0$$
$$TO = \frac{TK.\ \psi}{TK + \psi} = \frac{3,0 . 1,1}{4,1} = 0,8$$

und das Verhältniß der Vergrößerung

1, 5. 5, 4. 0, 8 : 9, 6. 12, 7. 3, 0 = 15.54.8:96.127.30 d. i. wie 9 zu 4.127 oder 1 : $56\frac{4}{9}$. Durch Verſuche ward gefunden, daß das Werkzeug den Durchmeſſer etwa 60 mal vergrößerte, daß alſo die Erfahrung ziemlich mit dieſer Theorie übereinſtimmte.

Wenn man nur ein Augenglas gebraucht, ſo fällt aus den oben zuſammengeſetzten Verhältnißen das letzte TO : TK hinweg, und weil φ gegen Cn allemal klein iſt, ſo wird alsdann faſt nK : Cn = φ : AI, daher die Vergrößſerung wie DC $\times$ φ : AI^2, oder wenn des großen und kleinen Spiegels Brennweiten F und f heiſſen, wie fφ : F^2. Dieſe Regel geben viele, z. B. Briſſon, für alle Teleſkope überhaupt, auch für die mit 2 Augengläſern, wo ψ ſtatt φ gebraucht werden muß. In unſerm Beyſpiele iſt fψ : F^2 = 1, 5. 1, 1 : 9, 6^2. d. i. 1 zu 56, welches nicht beträchtlich fehlt: in andern Fällen aber möchte der Fehler größſer ſeyn.

Die Größe des Geſichtsfeldes kömmt auf den Raum an, den man ohne Schaden der Deutlichkeit dem Bilde PV (Fig. 22.) verſtatten kan. Am Orte dieſes Bilds nemlich wird inwendig im Rohre der Ring ZZ eingeſetzt, deſſen Oefnung die Grenzen des Bildes beſtimmt, und die Theile verdeckt, welche zu undeutlich ausfallen würden. Da dieſe Oefnung im Brennraume des letzten Glaſes SS liegt, ſo erſcheint ihr Halbmeſſer dem Auge unter eben dem Winkel, unter dem er aus dem Mittelpunkte dieſes Glaſes würde geſehen werden, und deſſen Tangente man findet, wenn man den Halbmeſſer der Oefnung durch ψ (die Brennweite dieſes Glaſes) dividiret. Dieſer Winkel iſt der Halbmeſſer des **vergrößerten Geſichtsfeldes**, und giebt, mit der Vergrößerungszahl dividirt, den Halbmeſſer des eigentlichen Geſichtsfeldes.

Wäre z. B. in Short's Teleſkope der Halbmeſſer der Oefnung PV = 0, 174 Zoll, ſo würde (weil ψ = 1, 1) die geſuchte Tangente = 0,158̇18̇, und der zugehörige Winkel nahe an 9° gefunden. Dies mit der Vergrößerungszahl $56\frac{4}{9}$ dividirt, gäbe den Halbmeſſer des eigentli-

chen Geſichtsfelds 9 Min. 22 Sec., und den Durchmeſſer 18 Min. 44 Sec. Short fand den letztern vermittelſt der Zeit, die die Sterne brauchten, um über das Geſichtsfeld hinwegzugehen, = 19 Min.

Die Frage aber, wie groß man PV machen, oder wie viel Oefnung man dem Augenglaſe verſtatten dürfe, um einen hinlänglichen Grad der Deutlichkeit zu behalten, kömmt auf Rechnungen an, welche beyzubringen, hier zu weitläuftig wäre. Umſtändlich findet man das hieher gehörige beym **Smith** (der deutſch. Ausg. S. 460 — 472.), wo das gregorianiſche Teleſkop mit dem caſſegrainſchen verglichen wird, und beym **Euler** (Dioptrica To. II. Append. cap. 3.) vorgetragen. Die Helfte des deutlichen Bildes, das der kleine Spiegel in QQ machen würde, iſt nach Smith und Käſtner die dritte Proportionallinie zu AI, DI und AL (Fig. 23.), und wird in Short's Teleſkope, wo DI = 1, 6533 Zoll, und die halbe Breite des Spiegels AL = 1, 15 Zoll iſt, = 0, 19805 Zoll gefunden. Durch das vorgeſetzte Augenglas MN aber wird dieſes halbe Bild im Verhältniß ſeines vorigen Abſtands von MN zum jetzigen (MQ : MZ) verkleinert, daß ſich alſo $\frac{1}{2}$ PV zur halben Breite des Spiegels AL im zuſammengeſetzten Verhältniße $\overline{DI : AI} + \overline{MZ : MQ}$ befindet. Es kömmt aber hier auf ſehr feine Abmeſſungen kleiner Größen an, die ſich bey der Ausführung ſelbſt ſo genau nicht erreichen laſſen, und man beſtimmt daher das Geſichtsfeld der Spiegelteleſkope lieber durch Proben.

Ueberdies müſſen auch die Stralen abgehalten werden, welche von fremden Gegenſtänden bey dem kleinen Spiegel vorbey in die Ocularröhre fahren. Der äuſſerſte dieſer Stralen iſt derjenige, der von des Spiegels Rande E nach der Mitte des Bildes QQ geht. Dieſer trift das Glas MN in einem kleinen Abſtande von der Axe, wird durch die Mitte des Bildes PV hindurch gebrochen, und geht alſo durch das Glas SS mit der Axe parallel aus. Hier iſt ſein Abſtand von der Axe zur halben Breite des kleinen Spiegels in dem zuſammengeſetzten Verhältniße $\overline{MQ : EQ}$

$+\overline{\psi : MZ}$. In Short's angeführtem Teleſkope, wo die halbe Breite des kleinern Spiegels = 0, 3 Zoll iſt, findet ſich daraus dieſer Abſtand = 0, 03. Wenn man alſo hinter die Gläſer an den Ort des Auges noch eine Platte XX mit einer runden Oefnung von 0, 03 Zoll Halbmeſſer ſtellt, ſo werden alle dieſe fremden Stralen vom Auge abgehalten.

Die beym Worte Apertur (Th. I. S. 111.) mitgetheilte Tabelle geht auf newtoniſche Teleſkope mit einem einzigen Hohlſpiegel und einem Augenglaſe (Fig. 21.), wie ſie Hadley zuerſt verfertigte. Nach dieſer Tabelle vergrößert ein 60zolliges oder 5ſchuhiges Teleſkop 202mal, da nach Smith's Berechnung ein gleich langes gregorianiſches 243 mal, und ein caſſegrainſches 253 mal vergrößert. Hawksbee hat aber die newtonſchen Teleſkope weit vollkommner verfertiget, ſo daß ein 60zolligtes 313 mal vergrößerte.

Ueberhaupt gewährt die newtoniſche Einrichtung bey gleicher Länge die ſtärkſte Vergrößerung, und iſt überdem zu Beobachtungen in großen Höhen, alſo zum aſtronomiſchen Gebrauch, vorzüglich geſchickt. Das Aufſuchen der Gegenſtände erleichtert man ſich dadurch, daß man oben auf dem Teleſkope vxyz (Fig. 21.) ein kleines gewöhnliches Fernrohr, den Sucher *(Trouveur)* anbringt, deſſen Axe mit der Axe des Teleſkops genau parallel iſt. Dieſen Sucher richtet man auf den verlangten Gegenſtand ſo, daß derſelbe in die Mitte des Geſichtsfelds kömmt; ſo ſieht ihn das Auge durch h ebenfalls in der Mitte des Geſichtsfelds. Das gregorianiſche hat für irdiſche Gegenſtände die große Bequemlichkeit, daß es ein aufrechtes Bild macht, und gerade hindurch ſehen läſt; Caſſegrains Teleſkop, ob es gleich etwas mehr vergrößert, hat doch wegen der umgekehrten Stellung des Bildes den wenigſten Beyfall gefunden, vielleicht auch darum, weil ſich die richtig zuſammenpaſſende Geſtalt der beyden Spiegel dabey ſchwerer treffen läſt.

Nach Hadley that ſich in Verfertigung guter Spiegelteleſkope vorzüglich Short hervor, welcher geſchickte

Künſtler aus Schottland nach London zog. Um 1734, noch ehe er nach London kam, übertrafen ſchon ſeine Teleſkope alle übrigen. Er machte die Spiegel anfangs nach **Newtons** Vorſchlage von Glas, fand aber, daß ſie noch weniger Licht zurückwarfen, als die metallenen, auch daß das Glas durch ſein eignes Gewicht ſeine Geſtalt änderte. Er legte ſich daher mit Fleiß auf die Verbeſſerung der Metallſpiegel, und es glückte ihm bald, denſelben eine ſehr geſchickte Krümmung zu geben, ſ. **Paraboliſche Spiegel** (Th. III. S. 395). Durch einige ſeiner Teleſkope von 15 Zoll Brennweite konnte er die Schrift in den Transactionen auf 500 Fuß weit leſen, und die Saturnstrabanten ſehen. Von dieſen Shortiſchen Teleſkopen giebt Herr **Bernoulli** (Lettres aſtronomiques, Berlin 1771. 8. lettr. 7.) ſehr gute Nachrichten. Das gröſte hatte für den großen Spiegel 12 Fuß Brennweite mit 21½ Zoll Oefnung. Es vergrößerte 1200 mal; und ſein Preiß war zu 800 Guineen angeſetzt. Nach **de la Lande** (Aſtr. IIme edit. §. 1931.) lag dieſes in ſeiner Art damals einzige Stück im J. 1771 ungebraucht und dem Verderben ausgeſetzt, im Hotel de Marlborough. Gewöhnlich beobachtete Short mit einem 64zolligen Teleſkop, das nach ſeinem Tode im April 1769 für 150 Guineen verkauft ward. Die Sternwarte zu Greenwich hat von ihm ein 6füßiges newtoniſches Teleſkop, das 300 mal vergrößert, und 2 gregorianiſche von 2 Fuß, die faſt eben ſo viel leiſten (*Bernoulli* Lettr. 6).

Schon mit **Hadley** zugleich hatten **Molyneux** und **Bradley** die Verfertigung der Metallſpiegel betrieben, und einigen Künſtlern (vorzüglich **Scarlet** und **Hearne**), darinn Unterricht ertheilt. Ihr Verfahren findet man bey **Smith** (Wie metallene Spiegel zu Teleſkopen gegoſſen, geſchliffen und polirt werden, im Lehrbegriff der Optik, III. B. 2 Cap.). Sie empfehlen zur Maſſe der Spiegel 3 Theile Kupfer und 1¼ Zinn, oder 6 Theile gutes hamburger Meßing und 1 Theil Zinn, am liebſten 2 Theile von der erſten und 1 Theil von der letztern Compoſition zuſammen. Eine runde Marmorplatte, die etwas breiter, als der Spiegel iſt, wird mit Quadraten vom feinſten blauen

Wetzſteine belegt. Auf dieſen Wetzſteinen wird zuerſt eine meſſingene Schale hohl ausgeſchliffen, und in dieſer wieder ein erhabnes Glas, das zum Poliren mit Pech und ſeidnem Zeug überzogen wird. Man ſchleift alsdann den Spiegel und die meſſingene Schale immer wechſelsweiſe mit Schmergel auf den Wetzſteinen, und berichtigt ihre Geſtalt gegen die Polirſcheibe, bis alle drey völlig zuſammen paſſen, da man denn die Politur des Spiegels auf dem überzogenen Glaſe mit Zinnaſche vollendet. Die Behandlung hiebey iſt fein, und das ganze Verfahren äuſſerſt mühſam. Nach dieſer Methode haben die engliſchen Künſtler eine Menge guter Teleſkope verfertiget, ohne daß es ihnen andere Nationen hierinn gleich thun konnten, obgleich auch in Frankreich **Paris**, **Gonichon** (von 1733 an) und **Paſſement** (von 1735) ganz gute Inſtrumente geliefert haben.

In Sachſen ließ damals der Erbmarſchall Graf **Hans von Löſer**, ein großer Beförderer der praktiſchen Mathematik, auf ſeinem Schloſſe Reinharz im Churkreiſe, Spiegelteleſkope verfertigen, deren gröſtes, von 6 engl. Fuß 9 Zoll 10 Lin. Brennweite des größern Spiegels, in Herrn **Käſtners** Vorrede der deutſchen Ausgabe des Smith (Altenb. 1755.) beſchrieben iſt. Die Geſtalt ſeiner Spiegel näherte ſich der der paraboliſchen.

Durch **Dollond's** Erfindung der achromatiſchen Fernröhre ſchien den Vorzügen der Spiegelteleſkope wieder etwas benommen zu werden, da man jetzt Sehröhre erhielt, die mit bloßen Gläſern eben das leiſteten, ohne eben viel länger auszufallen. Gläſer ſind doch ohne Vergleichung dauerhafter als Spiegel, und zeigen die Gegenſtände allemal heller und lebhafter, weil bey der Brechung weniger Licht, als bey der Zurückwerfung, verlohren geht. Demohnerachtet behielten die Teleſkope immerfort ihren Werth, und wurden von den neuern engliſchen Künſtlern, **Dollond, Ramsden, Nairne, Pyefinch, Adams** u. a. noch eben ſo häufig, als ſonſt, verfertiget und verkauft.

John Mudge aus Plymouth theilte im Jahre 1777 (Philoſ. Trans. Vol. LXVII. P. I. p. 196. ſqq. überſ. in den leipziger Samml. zur Phyſik und Naturg. I. B. 5 St. S. 584. u. f.) eine Anweiſung mit, die beſte Compoſition zu den Metallſpiegeln zu machen, dieſe gehörig zu gießen, zu ſchleifen und zu poliren, auch dem größern Spiegel die paraboliſche Geſtalt zu geben. Seine Vorſchriften ſind für den Künſtler ſehr ſchätzbar. Zur Maſſe der Spiegel nimmt er auf 2 Pfund ſchwediſches Kupfer, $14\frac{1}{2}$ Unzen gekörntes Zinn, wovon er zuerſt nur 14 Unzen mit dem Kupfer zuſammenſchmelzt, dann dieſen Guß nochmals bey nicht mehr Hitze, als nöthig iſt, ſchmelzt, die letzte halbe Unze Zinn hinzuſetzt, und einen Löffel Kohlengeſtiebe in den Tiegel ſchüttet. Seine Geräthſchaft zum Schleifen und Poliren iſt einfacher, als die beym Smith; auch werden alle Handgriffe mit der hier nöthigen Umſtändlichkeit angegeben. Was hiebey die Hervorbringung der paraboliſchen Geſtalt angeht, findet man in der Kürze bey dem Worte **Paraboliſche Spiegel.** Auſſerdem hat auch **Edwards** (Directions for making the beſt compoſition &c. in Nautical Almanac for the year 1787 und Auszugsweiſe in **Tralles** phyſikal. Kalender für 1786.) vorzüglich gute und umſtändliche Anweiſung zu Verfertigung der Metallſpiegel gegeben, wozu er eine Compoſition von 32 Unzen Kupfer, 15 – 16 Unzen gekörntem Zinn (grain tin), 1 Unze Meßing, 1 Unze Arſenik (und 1 Unze Silber) vorſchlägt, und ſtatt der Zinnaſche mit Colcothar polirt.

Weil dieſe Spiegel ſo leicht anlaufen, und ſich ſchwer oder gar nicht wieder reinigen laſſen, ſo hat man doch Newtons Gedanken, Glasſpiegel zu gebrauchen, von Zeit zu Zeit wieder erneuert. **Caleb Smith** (A new method of improving catadioptrical teleſcopes in Philoſ. Trans. Num. 456. art. 8.) hat dazu die beſten Vorſchläge gethan; aber das Glas bleibt allemal wegen der doppelten Reflexion an beyden Flächen unſchicklich. Beſſer wäre wohl, eine Materie zu ſuchen, die gar nicht roſtete, eine gute Politur annähme, und ſo wenig Licht, als möglich, verſchluckte.

Eine ſolche Materie ſcheint die Platina zu ſeyn. De Morveau, Maret und Durande haben ſie durch einen Zuſatz von 16 Theilen weißgepülverten Glaſes, 2 Theilen verkalkten Borax und 1 Theil Kohlenſtaub, mit Eiſen zuſammengeſchmolzen, und ein vortrefliches Spiegelmetall daraus erhalten. Auch giebt ſie nach den Verſuchen des Herrn Grafen von Sickingen mit $\frac{1}{4}$ Eiſen und $\frac{1}{6}$ Gold zuſammengeſchmolzen, ein Gemiſch, das ſich ſehr ſchön poliren läſt und ſelbſt von den mineraliſchen Säuren, dem Weineßig, dem flüchtigen Laugenſalze, den Schwefeldämpfen und der Schwefelleber nicht angegriffen wird. Der Abbe Rochon ſoll wirklich ein 6füßiges Teleſkop mit einem Platinaſpiegel verfertiget haben, ſ. Platina. Im gothaiſchen Magazin für das Neuſte aus der Phyſik (VII. B. 1 St. S. 183) finde ich die Nachricht, daß dieſer Platinaſpiegel 8 Zoll, 9 Lin. im Durchmeſſer halte, und von vortreflicher Wirkung ſey. Es wäre zu wünſchen, daß dieſes Metall gemeiner würde und häufiger hiezu angewandt werden könnte. Rinmann (Verſuch einer Geſchichte des Eiſens, aus dem ſchwed. von Georgi. Berlin, 1785. II. B. 8.) hält 2 Theile Meißing, ein Theil Kobaltkönig oder Speiße und $\frac{1}{2}$ Theil Arſenik für die beſte Miſchung zu Metallſpiegeln.

Seit den letztern zehn Jahren ſind die Spiegelteleſkope durch Herrn Friedrich Wilhelm Herſchel zu einem ganz unerwarteten Grade der Vollkommenheit gebracht worden, der alles, was optiſche Werkzeuge bisher leiſteten, bey weitem übertrift, und das Ende unſers Jahrhunderts in der Geſchichte der Optik und Aſtronomie unvergeßlich machen wird. Durch unabläßigen Fleiß und große Geſchicklichkeit hatte dieſer Künſtler ſchon vor 1781 ein 7ſchuhiges newtoniſches Teleſkop zu Stande gebracht, bey dem ſich 227, 460 und 932fache Vergrößerungen anbringen lieſſen, und wodurch er am 13 März 1781 einen neuen Planeten entdeckte, ſ. Uranus. Außerdem hatte er auch ein 12füßiges und ein 20füßiges verfertiget, wodurch er vorher ganz unerhörte Vergrößerungen von 300, 500, 2000 bis 6000 mal zuwege brachte. Im Monat Junius 1782 ver-

glich Herr Maſkelyne dieſe Teleſkope mit den Shortiſchen auf der Sternwarte zu Greenwich, und räumte ihnen große und entſchiedene Vorzüge vor denſelben ein.

Schon durch dieſe Fernröhre, deren größtes 20 Fuß Brennweite und 18¾ Zoll Oefnung des großen Spiegels hatte, machte Herr Herſchel in kurzer Zeit eine Menge neuer und wichtiger Entdeckungen am Himmel, ſ. Fixſterne, Nebelſterne, Mondflecken, Mars, Uranus. Er unternahm nunmehr, ein Teleſkop von 40 Fuß Länge und gegen 5 Fuß Durchmeſſer zu verfertigen, ein Gedanke, der nach den ſonſt gewöhnlichen Begriffen von Verfertigung der Spiegel faſt das Gepräge der Unmöglichkeit an ſich zu tragen ſchien. Inzwiſchen führte dieſer große Künſtler durch Mittel, die freylich von den gewöhnlichen ſehr abweichen müſſen, bisher aber noch nicht bekannt geworden ſind, dieſen Vorſatz im Jahre 1786 glücklich aus. Nach den Nachrichten des Herrn Bode (Aſtron. Jahrbuch für 1790) iſt die Röhre dieſes in ſeiner Art einzigen Werkzeugs 40 engliſche Fuß lang, hat eine Oefnung von 4 Fuß 10 Zoll, und iſt aus dünnen Eiſenblechen zuſammengeſetzt, die durch Reife befeſtigt ſind. Das Teleſkop iſt newtoniſch, und wiegt mit dem dazu gehörigen Spiegel gegen 4000 Pfund (der Spiegel allein 1035); dennoch kann eine einzige Perſon die Richtung ſowohl vertikal, als horizontal verändern; jedoch erſtreckt ſich die horizontale Veränderung nur bis 6 Grad auf jeder Seite des Meridians, in den das Inſtrument geſtellt iſt. Das Gerüſt, das dieſen optiſchen Rieſen trägt, ruht auf einem runden Boden von 50 Schuh Durchmeſſer. Auf der Weſtſeite des Fernrohrs iſt ein Gebäude für eine Pendeluhr mit Tiſch und Pult, auf der Oſtſeite ein ähnliches für die Handlanger, die die Stellung ändern. Auf einer Gallerie nach der obern Mündung des Teleſkops zu, an welcher ſich das Ocular befindet, können 5 bis 6 Perſonen bis zur äuſſerſten Höhe, deren das Inſtrument fähig iſt, von zween Arbeitern gewunden werden. Der Aufwand hiezu belief ſich damals (im J. 1787.) ſchon auf 2000 Pf. Sterling, und ward vom Könige beſtritten.

Dieſes Werkzeug hält nun zwar erſtaunliche Vergrößerungen aus, je nachdem man es mit Ocularen von kürzerer Brennweite verbindet. Dennoch kann man für die Himmelskörper die Vergrößerung nicht ohne alle Grenzen verſtärken. Die ſtärkſte, die man gewöhnlich bey Beobachtung der Fixſterne braucht, iſt 3000 mal, für die Planeten geht man nicht gern über 500, gewöhnlich nur auf 250 mal. Dafür aber verſchaft die große Oefnung eine ungemeine Menge von Licht, alſo eine ganz ungewöhnliche Helligkeit, mit Deutlichkeit verbunden. Mit dieſem Teleſkope durchſtreicht oder kehrt Hr. H., wie er ſich ſehr körnigt ausdrückt, alle Stellen des bey uns ſichtbaren Himmels, mit Hülfe ſeiner Schweſter, welche die gemachten Beobachtungen in gehöriger Ordnung in ein großes in lauter kleine Quadrate abgetheiltes Buch einträgt. Durch eben dieſes Werkzeug iſt auch die Entdeckung neuer Saturnstrabanten gemacht, ſ. Saturnsmonden.

Herr Herſchel hat bisher mehrere newtoniſche Teleſkope von 7–10 Fuß theils ſelbſt verfertiget, theils unter ſeiner Aufſicht verfertigen laſſen, und dabey die letzte Hand angelegt. Der erſte, der in Deutſchland ein ſolches erhielt, war Herr Oberamtmann Schröter in Lilienthal bey Bremen, der auch die Einrichtung deſſelben ſelbſt beſchrieben hat (Beyträge zu den neueſten aſtronomiſchen Entdeckungen. Berlin, 1788. 8.) Die Röhre iſt ein achtſeitiges Priſma von Mahagony-Holz, deren Länge 7 Fuß 4½ Zoll, der äuſſere Durchmeſſer 8 Zoll, und der innere 6½ Zoll beträgt. Eben ſo groß iſt der Durchmeſſer der polirten Fläche des Spiegels, der durch ein eignes Maſchinenwerk die gehörige Stellung und Befeſtigung im untern Ende der Röhre erhält. Man ſieht in dieſe Röhre, der newtoniſchen Einrichtung gemäß, am obern Ende von der Seite hinein, wo ſich die 8 Zoll lange Ocularmaſchine, die zugleich auch den Planſpiegel hält, nebſt dem Sucher befindet. Dieſer Sucher iſt 1 Fuß lang, faßt bey 9maliger Vergrößerung 4 Grad Feld, und zeigt zur Noth die Jupitersmonden. Er ſteht nicht auf der oberſten horizontalen Fläche des achteckigten Rohrs, ſondern an der ſchrägen Seite, dem Augenglaſe

ſo nahe, als möglich, und zur Berichtigung ſeiner Stellung dient gleichfalls eine eigne Maſchine. Die Richtung in der Vertikalfläche wird dem Inſtrumente in einem hölzernen Stuhle gegeben, in deſſen Falzen man einen Rahmen, auf dem der überwiegende untere Theil der ganzen Röhre ruht, mittelſt eines Flaſchenzugs auf- und niederlaſſen kan. Ueberdies ruht die Röhre noch auf einer gezahnten Stange, die man mit der Hand höher und niedriger ſtellen, und mit einem Dreher ſo fein bewegen kann, daß ſie durch eine Umdrehung nur um 0,15 Zoll fortrückt, wodurch das Inſtrument bis auf Secunden vertikal, und durch eine Schraube ohne Ende eben ſo fein horizontal geſtellt werden kan. Der kleine ovale Planſpiegel hat 1,15 Zoll im kleinſten Durchmeſſer, und iſt vom großen für Fixſterne um 6 Zoll 10 Lin., für nahe irdiſche Gegenſtände um 7 Zoll 2 Lin. und mehr, entfernt. Die Oculareinſätze haben, den erſten am wenigſten vergrößernden ausgenommen, ſämtlich nur eine auf beyden Seiten erhabne Linſe, die der Deutlichkeit wegen ſehr dünn gearbeitet iſt. Herrn Schröters Vergrößerungen giengen damals von 75 bis 1200 mal, er hat aber nachher noch zwo ſtärkere dazu ſelbſt gefertiget. Herr Herſchel hat auf das α der Leyer bey einem gleichen Inſtrumente eine 6450 malige Vergrößerung angewandt, um wo möglich mit Beyhülfe eines eignen Lampenmikrometers den ſcheinbaren Durchmeſſer dieſes Sterns zu beſtimmen. Welche Vergrößerung jedesmal mit Nutzen gebraucht werden könne, hängt von der höhern und niedrigern Stelle der Gegenſtände, der eigenthümlichen Art ihres Lichts, der Beſchaffenheit der Atmoſphäre, auch der Geſichtskraft und Uebung des Beobachters ab; Hr. Schröter hat beym Saturn die 210fache, beym Monde die 636fache gebrauchen können. In Abſicht des Feldes iſt die Einrichtung ſo, daß man bey 300facher Vergrößerung einen Raum von 5 Min. Durchmeſſer überſieht, durch welchen ein Stern im Aequator in 20 Sec. Zeit hindurchgeht. Herr S. giebt ſeine auf dieſes Inſtrument baar verwendeten Koſten über 400 Thaler an; die eigne Mühe und Arbeit ungerechnet. Dagegen könnte der, welcher alles unter ſeiner Aufſicht verferti-

gen ließe, mit 300 Thaler Aufwand auskommen. Die Wirkung dieſes Inſtruments ſchätzt er der des Huygeniſchen Objectivglaſes von 123 Fuß Brennweite gleich. Er hat den Mond ſehr genau damit beobachtet, und ſeine bereits angekündigten ſelenotopographiſchen Fragmente werden zeigen, wieviel man ſich von dieſen neuern Verbeſſerungen der Spiegelteleſkope verſprechen dürfe. Auch fand er die Geſtalt des Saturns im Febr. 1790 eben ſo abgeplattet, wie die des Jupiters, und ihren gröſten Durchmeſſer in der Ebne des Ringes, welches eine Umdrehung dieſes Planeten um die Axe nach der Richtung dieſer Ebne anzeigt. Von den auf der Venus entdeckten Bergen, ſ. Venus. Nunmehr befindet ſich auch ein Herſcheliſches Teleſkop auf dem mathematiſchen Salon zu Dresden, und ein anderes, als Geſchenk des Königs, auf der Sternwarte zu Göttingen.

In Paris befand ſich, nach der Erzählung des Grafen von Caſſini (Mém. de Paris. 1784.) ein ſchönes 5ſchuhiges Spiegelteleſkop vom jüngern Dollond, einem Herrn Sykes gehörig, das für Jupiter und Saturn eine 460fache Vergrößerung ſehr gut vertrug. Auf Veranlaſſung der Herſcheliſchen Entdeckungen verfertigte Dollond dazu noch 6 neue Oculare, die von 750 — 3000 mal vergrößerten. Man fand dieſe zwar für die Fixſterne tauglich, wo ſie alle neue Entdeckungen beſtätigten, aber Saturn und Jupiter erſchienen äuſſerſt undeutlich, als bloße Lichtmaſſen ohne beſtimmte Figur; und bey der ſtärkſten Vergrößerung konnte man keine Spur vom Saturnsringe mehr unterſcheiden.

Neuerlich hat auch der Abbe Rochon ein großes gregorianiſches Teleſkop verfertiget, welches nach dem herſchelſchen 40ſchuhigen nunmehr das gröſte iſt. Sein Spiegel aus einer Compoſition von 16 Theilen Kupfer und 6 Theilen Zinn, hat 22 Zoll im Durchmeſſer und eine Brennweite von 22½ Fuß (ſ. Magazin für das Neuſte a. der Phyſik VII. B. 1. St. S. 182.)

Briſſon Dict. raiſonné de phyſique. Art. *Teleſcope.*

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 162. 248 u. f. 522 u. f.

Iſ. *Newtoni* Optice, lat. redd. *Sam. Clarke*. Lond. 1706. 4. p. 90. ſqq.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, Vierte Aufl. §. 404 — 407.

Smith's Vollſtändiger Lehrbegrif der Optik, durch Käſtner, S. 190 u. f. 278 u. f. 459 u. f.

Lichtenberg Magazin für das Neuſte aus der Phyſik und Naturgeſch. V. B. 2. St. S. 171 u. f. 4. St. S. 62. u. f. VI. B. 2. St. S. 105.

Spießglas, Spießglanz, Antimonium, Stibium, *Antimoine*. Das ſogenannte **rohe Spießglas** (Antimonium ſulphuratum *Bergm.*), eine ſtrahlichte bleyfarbene Materie, iſt das Erz eines eignen Halbmetalls, des **Spießglaskönigs** (Regulus antimonii, Antimonium *Bergm.*), worinn 74 Theile dieſes Halbmetalls mit 26 Theilen Schwefel mineraliſirt ſind. Es wird daſſelbe an vielen Orten, vorzüglich in Ungarn und Frankreich, gefunden. Man erhält es wegen ſeiner Leichtflüßigkeit durch bloßes Ausſchmelzen aus den Bergarten, und verkauft es in Geſtalt von Kuchen.

Durch längeres Röſten, wobey der Schwefel verdampft, erhält man daraus eine aſchgraue metalliſche Erde (den **Spießglaskalk** (Calx ſ. cineres antimonii), der ſich in ſtärkerm Feuer in das dichte, glänzende dunkelgelbe **Glas vom Spießglaſe** (Vitrum antimonii) oder, wenn die Röſtung ſchwach geweſen iſt, ſchon bey gelinderm Feuer in die undurchſichtige braune **Spießglasleber** (Hepar antimonii) verwandlet. Aus jedem dieſer drey Stoffe kan man durch gewöhnliche Reduction, d. i. durch Schmelzung mit brennbaren Stoffen in verſchloſſenen Gefäßen, das Halbmetall ſelbſt, oder den **Spießglaskönig**, erhalten.

Eben dieſen König bekömmt man auch aus 4 Theilen vom gepülverten rohen Spießglaſe, 3 Theilen Weinſtein, und $1\frac{1}{2}$ Theilen Salpeter, die nach und nach in einen glühenden Schmelztiegel eingetragen, und nach geendigter Verpuffung geſchmolzen werden. Nach dem Erkalten findet man im Schmelztiegel zwo Subſtanzen, die ſich durch den Schlag eines Hammers trennen laſſen, wovon die un-

tere der König iſt, die obere aber aus den Laugenſalzen des Salpeters und Weinſteins, dem Schwefel des Spießglaſes, einem Antheile von vitrioliſirtem Weinſtein, und noch etwas von der Schwefelleber aufgelöſetem Spießglaskönige beſteht, und den Namen der **Schlacken des Spießglaskönigs** erhält. Dieſe Schlacken ſind im Waſſer auflöslich, und die Auflöſung, mit einer Säure geſättigt, läſt den **güldiſchen Spiesglasſchwefel**, **Goldſchwefel** (Sulphur antimonii auratum) fallen. Wird das Spießglas mit gleichen Theilen Salpeter verpuft, ſo findet man ſtatt des Königs eine **Spießglasleber**, aus deren Auflöſung in kochendem Waſſer der Metallenſafran (Crocus metallorum) niederfällt. Die Verpuffung mit dreymal ſoviel Salpeter erzeugt eine ganz weiße ſalzige Maſſe, welche mit Waſſer abgeſpült, den **weißen** oder **ſchweißtreibenden Spießglaskalk** (Antimonium diaphoreticum) giebt, ſo, wie das zur Abſpülung gebrauchte Waſſer die **Perlmaterie** oder das **Spießglasweiß** (Materia perlata, Ceruſſa antimonii) fallen läſt. Auch dieſe Kalke kan man, wiewohl ſchwerer, zu Spießglaskönig reduciren.

Die meiſten Metalle, z. B. Eiſen, Kupfer, Zinn, Bley, Silber, ſind mit dem Schwefel näher verwandt, als der Spießglaskönig. Sie ſchlagen alſo letztern nieder, wenn man ſie im gehörigen Verhältniſſe zu dem geſchmolzenen Spießglaſe hinzuſetzt. So erhält man den **durch Eiſen, durch Zinn** ꝛc. **bereiteten Spießglaskönig**. Den reinſten giebt das Eiſen, welches mit dem Schwefel am nächſten verwandt iſt.

Bey allen Bearbeitungen des Spießglaſes im Feuer ſteigt mit dem Schwefel etwas metalliſches im Rauche auf, und dieſer bildet, indem er an kalte Flächen eine Art von Mehl anlegt, die ſogenannten **Spießglasblumen** (Flores antimonii).

Auch auf dem naſſen Wege erhält man aus dem rohen Spießglaſe ſeinen König durch ein Königswaſſer aus 3 Theilen concentrirter Salzſäure und 1 Theil ſtarker Salpeterſäure, welches in der Wärme den metalliſchen Theil mit Zurücklaſſung des Schwefels auflöſet.

Der **Spießglaskönig** ſelbſt iſt von ſilberweiſſer Farbe, mäßig hart, blättrig, und ſo ſpröde, daß er ſich leicht pulvern läßt. Gediegen hat man ihn nur ſelten in Schweden (ſ. **Anton Swab** in den Schwed. Abh. v. 1748.) und Siebenbürgen (ſ. **v. Born** in den Abhdl. einer Privatgeſellſchaft in Böhmen. Th. V. Prag 1782. S. 383.) gefunden. Sein eigenthümliches Gewicht iſt 6,860 mal größer, als das Gewicht des Waſſers. Luft und Waſſer wirken auf ihn wenig oder gar nicht. Er ſchmelzt beym Glühen in einer Hitze, die man nach **Mortimer** auf 810 fahrenh. Grade ſchätzt. In der Weißglühhitze läſt er ſich in verſchloßnen Gefäßen ganz aufſublimiren; beym Zutritt der Luft aber verfliegt er als ein weißer Rauch, der ſich in Geſtalt des **Spießglasſchnees** oder der **ſilberfarbnen Blumen des Spießglaskönigs** anſetzt. Dieſe Blumen wiegen mehr als der König, woraus man ſie erhalten hat, löſen ſich in geringer Menge im Waſſer auf, und ſind ein unvollkommner, noch viel Brennbares enthaltender, auch ſelbſt noch flüchtiger, Kalk. In geringerer Hitze verkalkt ſich der Spießglaskönig zu einem weißgrauen noch immer flüchtigen Pulver; durch die Verpuffung mit 2 Theilen Salpeter aber giebt er einen vollkommnen **ſchweißtreibenden Spießglaskalk** mit einer beträchtlichen Gewichtszunahme, die nach **Pezold** (Diſſ. de reductione antimonii. Gott. 1780. 4.) über 50 Procent betragen ſoll.

Die Mineralſäuren für ſich löſen den Spießglaskönig nur ſchwer auf; die Salpeterſäure zerfrißt ihn zu einem weißen Kalke mit Entwickelung häufiger Salpeterluft. Sein vollſtändigſtes Auflöſungsmittel iſt das Königswaſſer, nach **Scheffer** (Chym. Vorleſ. §. 154.) aus 5 Theilen und 1 Theile der ſtärkſten Salz- und Salpeterſäure bereitet. Aus der Auflöſung fällen die Laugenſalze einen weißen noch nicht ganz dephlogiſtiſirten Spießglaskalk mit ſtarker Gewichtszunahme.

Die dephlogiſtiſirte Salzſäure zerfrißt den König des Spießglaſes ſchnell zu einer dickflüßigen, höchſt ätzenden Subſtanz, der **Spießglasbutter** (Butyrum antimonii, Cauſticum antimoniale, Antimonium ſalitum *Bergm.*),

welche man gewöhnlich durch Deſtillation von 3 Theilen Spiesglaskönig und 8 Theilen Queckſilberſublimat bereitet, wobey der König die Salzſäure in ſich nimmt, und ſein Brennbares an den Queckſilberkalk abgiebt, daher das wiederhergeſtellte Queckſilber in der Retorte zurückbleibt. Sonſt läſt ſich dieſe Butter auch auf andere Arten bereiten, wenn die Salzſäure, mit dem gehörig verkalkten Spießglasmetalle verbunden, deſtilliret werden kan. In Waſſer getröpfelt, läſt dieſe Butter ein weißes Pulver fallen, das nach dem Ausſüßen **Aigarothpulver** (Mercurius vitae) genannt wird, und ein unvollkommner Spießglaskalk iſt.

Die Pflanzenſäuren wirken nur ſchwach auf den König, ſie löſen aber den metalliſchen Theil im rohen Spießglaſe und in den unvollkommnen Kalken ſehr leicht auf, und dienen daher zur Verfertigung des **Brechweinſteins** (Tartarus antimonialis ſ. emeticus), den man nach **Saunder** (Obſ. de antimonio. Lond. 1773. 8.) am beſten aus ½ Pf. Glas vom Spießglaſe und 1 Pf. gepulverten Weinſteinkryſtallen, durch 10ſtündiges Kochen in 16 Pf. deſtillirtem Waſſer erhält, wenn die entſtandene Salzlauge bis zur ſtaubigen Trockniß abgeraucht, und alles metalliſche Geräthe dabey entfernt wird. Dieſer Brechweinſtein iſt eigentlich eine Verbindung von weinſteinſaurem Spießglasſalze und ſpießglashaltigem tartariſirten Weinſteine, und enthält geſättigt $\frac{3}{11}$ an Spießglasmetall. Auch der Wein löſet vom Glaſe des Spießglaſes etwas auf, und giebt damit den **Brechwein** (vinum emeticum).

Der Schwefel verbindet ſich im Fluße mit dem Spießglaskönige ſehr leicht zu einem wahren rohen Spießglaſe: und das fixe Laugenſalz bildet mit dem Schwefel des letztern eine Schwefelleber, die den König zu einer Spießglasleber auflöſet. Aus 1 Theil gepulvertem Spießglas, 4 Theilen Potaſche und 16 Theilen Waſſer, die in einem eiſernen Topfe eine Viertelſtunde lang unter beſtändigem Umrühren gekocht werden, fällt beym Erkalten der **mineraliſche Kermes** oder das **Karthäuſerpulver** nieder, das vom Goldſchwefel nur durch den größern Metallgehalt unter-

ſchieden iſt. Durch Aufgüße des Weingeiſts auf die Spießglasbereitungen entſtehen die Spießglastinkturen.

Der Spießglaskönig verbindet ſich mit allen Metallen. Er macht dieſelben ſpröder, und ihre Farbe bleicher. Rohes Spießglas mit Gold zuſammengeſchmolzen, wird zerſetzt; ſein Schwefel verbindet ſich alsdann mit den andern dem Golde etwa noch beygemiſchten Metallen zu einer oben ſchwimmenden Schlacke, und der Spießglaskönig, der ſich ſtatt ihrer mit dem Golde vereiniget, läſt ſich durch die Hitze davon treiben. **Dieſes Gießen des Goldes durch Spießglas** iſt alſo ein vortrefliches Reinigungsmittel des edlen Metalls, daher auch die ältern Chymiſten das Spießglas den Wolf der Metalle und das Bad des Königs (balneum regis ſ. Solis) genannt haben. Ueberhaupt hat man ehedem im Spießglaſe viele Geheimniſſe geſucht, und ſogar den ſtraligen Stern, den ſein König wegen der blättrigen Kryſtalliſation auf der Oberfläche zeigt, für eine Anzeige wundervoller Wirkungen gehalten. Aeltere chymiſche Bücher (z. B. *Basil. Valentini* currus triumphalis antimonii, comment. illuſtratus a *Theod. Kerkringio*. Amſt. 1671. 12.) tragen die ſchätzbarſten Entdeckungen vom Spießglaſe in einer geheimnißvollen Sprache vor, und erſt **Lemery** (Traité de l'antimoine. à Paris. 1707. 8.) hat deutlicher und beſtimmter darüber zu ſchreiben angefangen.

Noch jetzt, obgleich die alten Träume verſchwunden ſind, bleibt der Spießglaskönig wegen der kräftigen Arzneymittel, die er verſchaft, einer der wichtigſten metalliſchen Stoffe. In Subſtanz genommen, bewirkt er Abführungen und Brechen, wiewohl auf eine ſehr unſichere Art, die von ſeiner Zerſetzung durch die im Körper befindlichen Materien abhängt. Man gab ihn ehedem in Geſtalt der **ewigen Pillen**, welche unzähligemale gebraucht werden konnten, oder ließ Wein aus Bechern von Spießglaskönig trinken. Nachher hat man, nach einem heftigen Streite über den mediciniſchen Gebrauch der Antimonialien, die zahlreichen Bereitungen aus dem rohen Spießglaſe und Könige dienlicher gefunden, worunter die meiſten unvollkommene Kalke ſind, die als Brech- und Abführungsmittel von ſehr

beſtimmter Wirkung dienen. **Kunkel** (Laboratorium chemicum, Hamburg 1716. 8.) hat ſich um dieſen Zweig der pharmacevtiſchen Chymie ſehr verdient gemacht, aber doch den Neuern noch viel zu verbeſſern übrig gelaſſen. Auſſer der Heilkunde wird der Spießglaskönig in den Künſten zu Metallcompoſitionen für die Spiegel der Teleſkope, zu den gegoſſenen Schriften, zur Reinigung des Goldes u. ſ. w. gebraucht.

Macquer chymiſches Wörterbuch. Art. **Spießglas, Spießglasbutter, Spießglaskönig.**

Gren ſyſtem. Handbuch der Chemie, II. Th. 2. B. Halle, 1790. gr. 8. §. 3044. u. f.

Spitzen, elektriſirte, Cuſpides conductorum electricorum, *Pointes électriques.* Zugeſpitzte Enden leitender uniſolirter Körper haben die merkwürdige Eigenſchaft, daß ſie die Elektricität äuſſerſt leicht auf große Entfernungen und ohne Funken **annehmen** und **mittheilen.** Stumpfe abgerundete Enden thun dies ſchon mit mehr Schwierigkeit und mit Entſtehung eines Funkens; bey ganz platten Flächen wird manchmal die Schwierigkeit ſo groß, daß ſich ſelbſt bey der Berührung keine Wirkungen der Mittheilung zeigen.

Nollet (Recherches ſur les cauſes particulières des phénom. électr. Paris 1749. 12. p. 146.) bemerkte um 1746, daß feine Spitzen das elektriſche Licht ſchneller ausſendeten, andere elektriſche Erſcheinungen aber ſchwächer zeigten als ſtumpfgeendete Körper. — Er erzählt (Lettres ſur l'electricité. Vol. I. Paris, 1753. 12. p. 130.), ſchon vor ihm habe **Jallabert** in Genf die Erſcheinungen an dem ſpitzigen Ende eines Leiters anders, als am andern runden Ende gefunden — und **Ellicott** (Philoſ. Trans. Vol. XLV. for 1748. No. 486. p. 210.), der dieſes von Nollet erfahren hatte, ſuchte ſchon 1747 eine Erklärung davon zu geben. Alles dies aber war noch ſo unvollkommen, daß es mit **Franklin's** Entdeckungen hierüber gar nicht in Vergleichung kommen kann.

Franklin erhielt die Nachricht von dieſer Eigenſchaft der Spitzen durch ſeinen Freund Thomas Hopkinſon, der eine eiſerne Kugel mit einer daran befeſtigten Nadel (um ſeiner Meinung nach die Elektricität in der Spitze zu concentriren) elektriſirt, aber zu ſeinem Erſtaunen gar keine Elektricität darinn gefunden hatte. So erzählt er die Sache in der neuern Ausgabe ſeiner Verſuche (New exper. and obſerv. on Electricity by Mr. *Benj. Franklin.* London, 1769. 4. p. 5.), da er in der ältern (Franklins Briefe durch Wilke überſ. II Brief an Collinſon v. 1. Sept. 1747. S. 14.) dieſer **wunderbaren Kraft der Spitzen** in Ableitung und Ausſtrömung der Elektricität blos als einer gemeinſchaftlichen Entdeckung ſeiner Freunde in Amerika gedacht hatte. Die Sache ward aber unter ſeinen Händen durch die Anwendung auf die Blitzableiter äußerſt wichtig, ſ. **Blitzableiter** (Th. I. S. 390. u. f.), und hat ſich in der Folge an die Sätze von den elektriſchen Wirkungskreiſen und von den Eigenſchaften platter Flächen vortreflich angeſchloſſen.

Spitzige Körper laden die Elektricität auf eine weit größere Entfernung in andere aus, und nehmen ſie von andern in weit größerer Entfernung an, als Körper von andern Geſtalten. Der Uebergang in Spitzen bringt auch gewöhnlich keinen Schall hervor, und die Elektricität geht nicht als ein plötzlich abgeſonderter Funken von merklichem Durchmeſſer, ſondern nach und nach, oder in einem anhaltenden Strome, über. An Spitzen, welche Elektricität abgeben oder einnehmen, zeigt ſich im Dunkeln das elektriſche Licht, und zwar, wenn die Spitze + E ausſendet und − E annimmt, als ein Stralenbüſchel; wenn ſie − E ausſendet und + E annimmt, als ein Lichtpunkt oder Stern, ſ. **Leidner Vacuum** (Th. II. S. 872. f.) In beyden Fällen fühlt man eine gelinde Bewegung oder ein Blaſen, welches allezeit von der Spitze ausgeht, ſie mag + E oder − E haben, ſ. **Rad, elektriſches** (Th. III. S. 625).

Wenn man während des Drehens der Elektriſirmaſchine den Knopf einer meſſingnen Stange ſo nahe an den Conductor hält, daß beſtändig Funken gegen denſelben ſchla-

gen, ſo hören dieſe Funken ſogleich auf, ſobald man die Spitze einer Nadel etwa doppelt ſo weit von dem Conductor hält, als der Knopf abſteht, oder ſobald man die Nadel mit auswärts gekehrter Spitze auf den Conductor befeſtiget. Eine leidner Flaſche, die beym gewöhnlichen Verfahren einen fürchterlichen Schlag geben würde, wird **ohne merkliche Wirkung** entladen, wenn man die eine Hand an die äuſſere Belegung hält, und mit der andern die Spitze einer Nadel allmählig gegen den Knopf der Flaſche führt.

Eine auseinander gezogne Flocke Baumwolle, an einem leinenen Faden von 5–6 Zoll an den Conductor gehangen, ſchwillt beym Drehen der Maſchine auf, und ſtreckt ſich gegen den genäherten Finger oder gegen andere nahe, mit der Erde verbundene, Leiter. Nähert man ihr aber eine Nadelſpitze, ſo ſchrumpft ſie ſogleich zuſammen, verläßt den Finger oder die Leiter, und wird vom Conductor der Maſchine angezogen. — Nimmt man die Spitze hinweg, ſo breitet ſich die Flocke wieder aus, und geht aufs neue gegen den Finger zu. Eine mit Goldblättchen belegte, aufgeblaſene, und elektriſirte Blaſe, die an einem ſeidnen Faden hängt, wird von dem Knopfe einer Metallſtange angezogen und durch einen Funken entladen, von einer Nadelſpitze hingegen ſtillſchweigend und ohne Anziehung entladen. Es zeigt ſich nach **Henly** eher ein Zurückſtoßen, wenn man ihr die Nadel plötzlich entgegenſtellt.

Noch mehr beſtätigen dies die Verſuche mit dem **Donnerhauſe** (ſ. Th. I. S. 592. f.) und diejenigen, die man in England zur Vertheidigung der zugeſpitzten Blitzableiter angeſtellt hat (Th. I. S. 393. f.), ob es gleich nicht unmöglich iſt, daß auch Spitzen Funken und Schläge erhalten können. Dadurch iſt es nun als ein unbezweifeltes Geſetz der Elektricität erwieſen, **daß Spitzen die Mittheilung ungemein erleichtern**, da hingegen platte Flächen ſelbige erſchweren, und abgerundete Enden zwiſchen beyden das Mittel halten.

Man gebraucht daher leitende Spitzen überall, wo es auf fortdauerndes Einſammlen oder Zerſtreuen mehrerer

Elektricität ankömmt, z. B. an den Enden der Auffangungsſtangen bey Blitzableitern, am Collector der Elektriſirmaſchine u. ſ. w. Man vermeidet ſie dagegen ſorgfältig, wo die Abſicht auf Zuſammenhaltung bereits geſammleter Elektricität oder auf das Perpetuelle gerichtet iſt, wie am Körper des Conductors ſelbſt, an den Belegungen der Flaſchen, am Elektrophor, Condenſator u. ſ. w.

Die Erklärung dieſer Eigenſchaft, oder uneigentlich ſogenannten **Kraft der Spitzen** (*pouvoir des pointes*) hat die Naturforſcher ſehr beſchäftiget. **Ellicott**, der nur das einzige Phänomen kannte, daß die Elektricität aus einer Spitze am Leiter merklicher ausſtrömt, als aus den übrigen Theilen, gab zur Urſache an, die Ausflüße liefen längſt der Fläche des Leiters hin, und müſten alſo an der Spitze, wo ſie von allen Seiten her näher zuſammenkämen, concentrirter ſeyn, als an andern Stellen. Dies erklärt aber im geringſten nicht, warum die ganze Elektricität des Leiters durch die Spitze zerſtreut wird.

Nollet (Lettres ſur l'électr. P. I. Lettr. 6.) nahm ſeine Theorie der gleichzeitigen Zu- und Ausflüße zu Hülfe. Bewegte Körper, ſagt er, gehen dahin, wo ſie den wenigſten Widerſtand finden. Die Ausflüße haben einen doppelten Widerſtand zu überwinden, den der Luft und den der Zuflüße. Die Spitze hat wenig oder gar keine Poren für die Zuflüße; dieſe wenden ſich daher gegen andere Stellen, und laſſen hier den Weg für die Ausflüße frey. Mithin nimmt die ausſtrömende Materie gröſtentheils dieſen leichteſten Weg, und es gehen weniger Ausflüße nach den übrigen Poren zu. Dies iſt ſo hypothetiſch, daß es ſelbſt Briſſon, bey aller Anhänglichkeit an Nollet, unzureichend findet.

Beccaria (Del elettriciſmo artificiale. Bologna, 1758. 4. p. 50.) erklärt den Einfluß der Spitzen umſtändlich aus dem Satze, daß ſich die elektriſche Materie deſto lebhafter bewege, je weniger Raum ihr verſtattet ſey. Daher werde an den Spitzen, wo ſich der Raum verengere, die Bewegung und die Intenſität der elektriſchen Erſcheinungen ſtärker. **Prieſtley** urtheilt ſehr richtig, daß dies

den hier zu erklärenden Hauptpunkt eigentlich gar nichts angehe.

Franklin (Briefe von der Elektr. durch Wilke S. 81. u. f.) leitet die Kraſt der Spitzen, ſeinem Syſtem gemäß, von der Anziehung der Körper gegen die elektriſche Materie her. Dieſe, ſagt er, iſt deſto ſtärker, je größer die Oberfläche iſt, welche einem Theile der elektriſchen Atmoſphäre zur Baſis dient. Bey einer Spitze iſt dieſe Baſis in allen Fällen ſehr klein, und der Körper, der elektriſche Materie zu verlieren hat, wirkt hier durch ſeine Anziehung nur wenig entgegen, ſo wie etwa die Kraft, die eine Handvoll Haare auf einmal auszuziehen zu ſchwach wäre, eben dieſelben leichtlich Haar für Haar ausreißt. Daher zerſtreut ſich die elektriſche Materie leichter durch Ecken und Spitzen, als durch Seitenflächen. Franklin geſteht aber ſelbſt, daß ihm dieſe Erklärung nicht Gnüge leiſte (S. 82. §. 18.), und in der That liegt dabey, wenigſtens den Ausdrücken nach, ein falſcher Begrif von elektriſchen Atmoſphären zum Grunde, indem angenommen wird, die Elektricität des Körpers ſelbſt umgebe ihn in Geſtalt eines Dunſtkreiſes.

Die neuern Frankliniſten, z. B. Cavallo, nehmen die umgebende Luft zu Hülfe, welche ſtets mit leitenden Theilchen erfüllt iſt. Eine Fläche von beſtimmter Größe, ſagen ſie, verliert ihre Elektricität deſto ſchneller, je mehr Luft ſie berührt. Nun iſt die Spitze einer Nadel faſt gänzlich mit Luft umringt, dagegen ein gleich großer Fleck auf der Fläche eines Leiters weit weniger von Luft berührt wird. Auch erneuert ſich die Luft an der Spitze öfter, und es gehen von Zeit zu Zeit neue noch unelektriſirte Theilchen vorüber. Daher muß ſich die mitgetheilte Elektricität durch die Spitzen leichter, als durch andere Theile der Leiter, zerſtreuen: auch müſſen negative Spitzen die Elektricität am leichteſten annehmen, weil ſie mit der kleinſten Fläche die gröſte Menge Lufttheilchen berühren, aus denen ſie einſaugen können. Hiebey wird aber die Luft nicht recht ſchicklich für das Medium der elektriſchen Mittheilung angenommen, und die angegebne Urſache iſt viel zu ſchwach, die ungemein große Stärke der Wirkungen zu erklären.

Ich habe mir immer die Wirkung der Spitzen auf folgende Art vorgeſtellt. Wir finden durchgängig, daß die Mittheilung anfängt, wenn die Wirkungen der Atmoſphären oder die Erſcheinungen der Vertheilung den Grad erreicht haben, der zu Ueberwindung des Widerſtands nöthig iſt. Vertheilung nemlich ſcheint Streben nach Mittheilung zu ſeyn, deſſen Ausbruch nur durch irgend einen Widerſtand gehemmt wird. Nun ſind die Wirkungskreiſe bey Spitzen unendlich freyer, als bey platten Flächen, und faſt gar keinem Widerſtande ausgeſetzt; ſollte hieraus nicht ganz begreiflich werden, daß die Vertheilung hier unendlich leichter und faſt augenblicklich in Mittheilung übergehen muß?

Was in dieſer Rückſicht bey platten und abgerundeten Flächen ſtatt findet, habe ich ſchon beym Worte Elektricität (Th. I. S. 744.) erwähnt. Die Punkte elektriſirter platter Flächen liegen nebeneinander, jeder in des andern Wirkungskreiſe; ihre ± E ſtoßen ſich von allen Seiten her gleich ſtark ab, werden aber von den Punkten einer genäherten parallelen Fläche gleich ſtark angezogen, und dadurch in ein gegenſeitiges Gleichgewicht verſetzt, welches macht, daß die Mittheilung zwiſchen beyden Flächen nicht anders als durch einen völligen Uebergang des ganzen ± E aus beyden Flächen auf einmal, mit parallelen Bewegungen erfolgen könnte. Dabey müſte die Elektricität der einen Fläche in die andere gleichſam in Geſtalt einer großen cylindriſchen oder prismatiſchen Scheibe, nach einer auf ihre Fläche ſenkrechten Richtung überfahren. Einem ſolchen Uebergange aber ſetzen die zwiſchenliegende Luft und die Anziehung der Flächen ſelbſt gegen ihre E, einen viel zu ſtarken Widerſtand entgegen, daher die Mittheilung äuſſerſt ſchwer wird, hingegen alles, was von Vertheilung und Wirkungskreiſen abhängt, deſto länger ſichtbar bleibt.

Hat eine ſolche Fläche hervorragende Stellen, oder iſt ſie abgerundet, wie ABC Taf. XXIII. Fig. 24., ſo giebt es Punkte B in ihr, die andern genäherten Flächen abc näher, als die übrigen, liegen. Das ± E dieſer Punkte wird von dem gleichartigen E der anliegenden Punkte A, C, ſo abge-

ſtoßen, daß ſchon daraus allein eine mittlere Richtung nach Bb zu entſteht, überdies wird es von abc ſtärker gezogen, als das in A und C. Hier braucht nicht mehr alles E aus ABC auf einmal mit paralleler Bewegung in abc überzugehen; es wird deſſen mehr nach B gelockt, wo nun der Ausbruch als ein ſchmaler Funken anfangen, das E aus A und C aber (das nun nicht mehr von B abgeſtoßen wird) nachfolgen und auch nach b übergehen kan u. ſ. w.

Wird endlich, wie Taf. XXIII. Fig. 25., eine elektriſirte Spitze B gegen eine Fläche abc gebracht, in der der Punkt b die entgegengeſetzte Elektricität hat, oder durch die Annäherung von B erhält, ſo wird fürs erſte das ± E der Spitze B ſchon durch das Abſtoßen des gleichartigen E der Theile A und C gerade nach b zu getrieben, ohne durch Wirkungskreiſe nebenliegender Punkte D und F geſtört zu werden. Fürs zweyte verwendet ſich die Anziehung des entgegengeſetzten E in der Fläche abc ganz allein auf den einzigen Punkt B, ohne ſich auf Nebenpunkte in D und F zu vertheilen. Widerſtand der Luft und Anziehung der körperlichen Maſſe ABC gegen ihr E verhalten ſich hier, wie der Zuſammenhang des Holzes, den eine ſpitzige Nadel leicht trennt, wenn er für eine ſtumpfe Stange unzertrennlich iſt. Hieraus wird ſehr begreiflich, warum bey Spitzen der Uebergang faſt augenblicklich mit den Wirkungen der Anziehung, oder mit der Vertheilung, zugleich anfängt, da hingegen bey platten Flächen die Vertheilung allein fortdauert, und oft ſogar bey der Berührung ſelbſt noch kein Uebergang erfolgt.

Man ſieht auch leicht, warum die Mittheilung bey Spitzen nur durch anhaltendes ſtilles Ueberſtrömen geſchieht. Nemlich der Funken iſt ein gewaltſamer Ausbruch eines ± E, das ſich erſt concentriren, und zu hinlänglicher Intenſität anwachſen mußte, um einen gewiſſen Widerſtand überwinden zu können. Hier, wo der Widerſtand, gegen die vorigen Fälle gehalten, unendlich klein iſt, fällt mit demſelben zugleich die Anſammlung und der gewaltſame Ausbruch hinweg. Inzwiſchen bleibt immer die Möglichkeit übrig, an Spitzen Funken zu ſchlagen, wenn allzuviel

E auf einmal übergehen muß, wie es auch die Erfahrung beſtätiget.

Wenn die Spitze im unelektriſirten Zuſtande mit der Erde verbunden iſt, und ihr ein elektriſirter Körper abc genähert wird, ſo muß eben das erfolgen: ſie bekömmt durch den Wirkungskreis von abc die entgegengeſetzte Elektricität, und nun iſt alles übrige, wie im vorigen.

Eine Folge dieſer Erklärungsart iſt, daß eine Spitze allein **mehr** wirken muß, als zwo, drey und mehrere zugleich. Denn, wenn ich mir bey Fig. 25. in D und F noch zween andere zugeſpitzte Leiter denke, ſo wird 1) ſchon das Ausſtrömen aus B durch die Repulſion der gleichartigen E in D und F gehindert, 2) wird die Anziehung der Fläche abc nicht mehr gegen das E in B allein verwendet, ſondern muß ſich durch alle drey Spitzen vertheilen, mithin ſchwächer werden. Hat der Körper abc ein +E, ſo erhalten alle drey Spitzen — E; nun ſtören ſie ſelbſt einander durch ihre Wirkungskreiſe, jede giebt der andern eine Neigung zu +E, und keine kan ſo ſtark —E erhalten, als eine einzige von ihnen allein erhalten hätte, u. ſ. w.

Dieſes iſt nun auch der Erfahrung völlig gemäß. **Beccaria** (Del elettricismo artif. p. 67.) bemerkt ſchon, daß zwo gleich ſcharfe Spitzen, einem elektriſirten Leiter genähert, erſt in der Hälfte derjenigen Entfernung leuchten, in welcher eine allein ſchon zu leuchten anfängt. Der Conductor einer Elektriſirmaſchine hört auf, Funken gegen einen Knopf zu ſchlagen, wenn man eine leitende Spitze dagegen bringt; bringt man aber eine zweyte Spitze hinzu, ſo erſcheinen die Funken von neuem. **Briſſon** führt dieſen Verſuch als einen Beweis an, wie unerklärlich die Wirkung der Spitzen ſey; er läßt ſich aber aus den Geſetzen der Wirkungskreiſe ſehr leicht begreifen. Bey meinem verſtorbnen Freunde **D. Ludwig** bin ich durch Verſuche überzeugt worden, daß die Nachbarſchaft mehrerer Spitzen das Einſaugen und Ableiten gewiß eher hindert, als befördert; daher es mir auch beſſer geſchienen hat, den Auffangungsſtangen der Blitzableiter nur eine einzige Spi-

ſze zu geben (ſ. Cavallo, der deutſch. Ueberſ. 3te Aufl. S. 62. und den Art. Blitzableiter Th. I. S. 396.)

Uebrigens iſt dieſe meine Vorſtellungsart von den Wirkungen der Spitzen, von keiner Hypotheſe abhängig, und findet im frankliniſchen Syſtem eben ſo wohl, als bey der Vorausſetzung zwoer elektriſchen Materien, ſtatt. Sie bleibt, ohne alle Rückſicht auf die phyſiſchen Urſachen, blos bey den erwieſenen Geſetzen der Wirkungskreiſe ſtehen, und ſcheint mir ein Phänomen, das viele Phyſiker räthſelhaft finden, ganz leicht auf dieſe Geſetze zurückzuführen.

Das Anhaltende und Große in der Wirkung der Spitzen erklärt Herr de Lüc ſehr deutlich. Es beruht darauf, daß ſie zum Canale dienen, wodurch entfernte Leiter ſich mit andern Körpern ins elektriſche Gleichgewicht ſetzen, ohne daß die beyderſeitigen Wirkungskreiſe, die durch die Länge der Spitze auseinander gehalten werden, dieſes hindern. Die Spitze hört nicht auf zu wirken, bis der Leiter, zu dem ſie gehört, das Gleichgewicht mit den Körpern, die ſie umgeben, erreicht hat, und bis dahin wirkt ſie mit gleicher Kraft, anſtatt daß der Leiter, wenn er ſelbſt hier gegenwärtig wäre, durch ſeinen eignen Wirkungskreis den Uebergang erſchweren, oder wohl gar unmöglich machen würde. So hört das ſpitzige Ende eines langen in die Luft aufgerichteten Leiters nicht eher auf, ihr Elektricität zu rauben, bis dieſer ganze Leiter mit ihr im Gleichgewicht iſt. Iſt er alſo mit dem Boden verbunden, ſo trägt er unaufhörlich dazu bey, die Luft mit dem Boden ins Gleichgewicht zu bringen, woraus die großen Wirkungen der Blitzableiter und der Spitzen überhaupt bey ihrer geringen Größe begreiflich werden. Man muß ſich nur vorſtellen, daß nicht die Spitze allein wirkt, ſondern die ganze Maſſe des Erdbodens oder anderer großen Leiter, mit denen dieſelbe verbunden iſt.

Das Blaſen der elektriſchen Spitzen mag wohl von der beſtändigen Mittheilung oder dem Ausſtrömen derſelben herrühren, und mit der ſpinnwebenähnlichen Bewegung übereinſtimmen, die man in der Nähe aller ſtark elektriſirten Körper verſpüret. Ob es dem Ausgange der

Elektricität ſelbſt, oder einer Bewegung der von der Spitze elektriſirten und abgeſtoßenen Luft zuzuſchreiben ſey, iſt ungewiß. **Prieſtley, Cavallo, de Lüc** u. a. nehmen es für einen Luftſtrom an, und erklären daraus die Bewegung der elektriſchen Räder, die ſich aber auch im luftleeren Raume dreheen, ſ. **Rad, elektriſches.**

Prieſtley Geſchichte der Elektr. durch **Krünitz.** S. 81. 95. III. 276. 309. 390.

Franklins Briefe von der Elektr. durch **Wilke.** Leipzig, 1758. 8. S. 14. u. f. S. 78. u. f.

Briſſon Dictionnaire raiſonné de Phyſique, Art. *Pouvoir des Pointes.*

Cavallo vollſt. Abhandl. der Lehre von der Elektr. a. d. engl. Dritte Aufl. Leipz. 1785. gr. 8. S. 204 u. f.

de Lüc Neue Ideen über die Meteorol. a. d. frz. Berlin, 1787. gr. 8. I. Band. S. 225.

Sprachgewölbe, Sprachſaal, Fornix acuſticus, *Voute acouſtique, Cabinet ſecret.* Ein Saal, der ſo gewölbt iſt, daß man das, was an einem Ende leiſe geſprochen wird, am andern entferntern Ende hört, ob es gleich in den mittlern Stellen nicht gehört wird. Alles kömmt darauf an, daß die Wölbung elliptiſch gekrümmt iſt, weil die Ellipſe Schallſtralen, die aus einem Brennpunkte kommen, durch die Zurückwerfung im andern wieder vereiniget. So hört man, was in einem Brennpunkte geſprochen wird, durch die Wiedervereinigung mehrerer Stralen im andern. Im Gebäude der königlichen Sternwarte zu Paris iſt ein ſolches Zimmer angelegt, und **Brydone** erzählt eine ähnliche, vielleicht nur zufällige, Wirkung von einer Kirche zu Girgenti (Agrigentum) in Sicilien.

Kircher hat im erſten Theile ſeiner Phonurgie viele alte und neuere Merkwürdigkeiten dieſer Art geſammlet, wozu das ſogenannte **Ohr des Dionyſius** (Orecchio di Dioniſio, Grotta della favella) zu Syrakus gehört, eine in Fels gehauene Grotte, deren Bau, der Sage nach, die leiſeſten Reden, die darinn geführt wurden, dem Tyrannen hörbar machte, und die nach Kirchern paraboliſch gewölbt

ſeyn muſte, weil die Parabel alle mit ihrer Axe parallelen Stralen in den Brennpunkt zurückwirft. Daß dieſe Grotte ein Werk des Dionyſius ſey, iſt wohl fabelhaft: inzwiſchen verſtärkt ſie den Schall ſehr. Die Schriftſteller, welche von ihr handlen, führt Herr Beckmann, (Beytr. zur Geſch. der Erfind. I. B. S. 467.) an.

Die Kuppel der Paulskirche in London iſt nach Derham ſo gebaut, daß man den Schlag einer Taſchenuhr von einem Ende bis zum andern hört, und daß das leiſeſte Geziſch gleichſam einen Umlauf um die ganze Kuppel macht. Dieſe Verſtärkung und Vervielfältigung des Schalles findet nicht blos unten an der Gallerie, ſondern auch an den höhern Stellen ſtatt, obgleich das Gewölbe oben eine große Oefnung für die Laterne hat. Auch in der Kirche zu Gloceſter verſtärkt das Gewölbe an der Oſtſeite des Chors den Schall dergeſtalt, daß ſich zwo leiſe redende Perſonen auf der Gallerie auf 25 Toiſen weit verſtehen können.

Briſſon Dict. raiſ. de phyſ. Art. *Cabinets ſecrets.*

Sprachrohr, Tuba ſtentorea ſ. ſtentorophonica, *Porte voix.* Ein Werkzeug, das den Schall der menſchlichen Stimme verſtärkt, und auf größere Entfernungen fortführt. Wenn man die Oefnung A einer engen Röhre AD, Taf. XXIII. Fig. 26, an den Mund ſetzt, und leiſe hinein redet, ſo hört ein anderer, der am Ende D das Ohr anhält, die Rede deutlich, von der er nichts vernehmen würde, wenn die Röhre AD nicht da wäre. Es werden nemlich die Schallſtralen AB, AC, und unzählige andere, die ohne Röhre gerade fortgehen und D verfehlen würden, an den Wänden der Röhre zu wiederholtenmalen reflectirt, und endlich faſt alle nach D gebracht. Dadurch wird aber der Schall nur ſo weit zuſammengehalten, als die Röhre lang iſt. Denn von D aus zerſtreuen ſich die Stralen wieder nach E, F und unzähligen andern Richtungen. Gäbe man hingegen dem Rohre eine geſchickte Geſtalt von der Art, daß die Stralen zuletzt alle parallel, oder beynahe parallel aus ihm herausgiengen, wie Fig. 27, ſo würde es

den Schall der Rede auf noch größere Entfernungen ſtark, und dem Ohre vernehmlich, fortpflanzen.

Kircher (Ars magna lucis et umbræ, Amſt. 1671. fol. p. 102.) führt aus einer Handſchrift von des Ariſtoteles Secretis ad Alex. M. an, Alexander habe ein ſehr großes Horn gehabt, womit er ſein Kriegsheer 100 Stadien weit habe zuſammenrufen können; wovon Kircher ſogar die Zeichnung beyfügt. **Morhof** (Diſſ. de vitro per vocis ſonum rupto in Diſſ. acad. Hamb. 1699. 4.) führt die Stelle dieſes dem Ariſtoteles untergeſchobnen Buchs, welches aus dem arabiſchen ins lateiniſche überſetzt zu Bologna ſchon 1516 gedruckt worden iſt, ebenfalls, aber anders, als Kircher, an. In dieſem Horne haben einige das älteſte Sprachrohr finden wollen, welches Werkzeug alſo wenigſtens die Araber ſchon gekannt haben müſten; aber die Zeichnungen zeigen, daß es nicht zum Sprechen dienen konnte, und alſo blos zu den Blasinſtrumenten gehört, deren hohes Alterthum (ſ. **Goguet** Urſprung der Geſetze, Künſte und Wiſſ. Th. I. S. 326.) niemand bezweifelt. Was man beym **Porta** (Magia natur. L. XX. c. 5.) findet, betrift das Hörrohr, nicht das Sprachrohr.

Die Erfindung des wirklichen und noch gewöhnlichen Sprachrohrs wird allgemein dem Ritter **Samuel Morland** zugeſchrieben, der daſſelbe 1670 in Geſtalt einer weiten Trompete, zuerſt aus Glas, dann aus Kupfer verfertigte, und viele Verſuche damit in Gegenwart des Königs Carls II. und des Prinzen Robert anſtellte (An account of a ſpeaking trumpet, as it hath been contrived by *Sam. Morland.* London, 1671, auch auszugsweiſe in Philoſ. Trans. Num. 79. p. 3056.). Als dieſe Erfindung bekannt ward, behauptete **Kircher**, ſolche Werkzeuge ſchon vorher verfertigt zu haben. Aber was ſich in ſeinen ältern Schriften (Ars magna lucis, &c. Muſurgia univerſalis ſ. ars magna conſoni et diſſoni, Romæ, 1650. fol.) findet, betrift blos Röhren, die an den Mund des Redenden und an das Ohr des Zuhörers zugleich angehalten werden, alſo Hörröhre, nicht Sprachröhre, ſind, und die Phonurgie, wo er meldet, daß ſich ſein Hörrohr auch als Sprachrohr

gebrauchen laſſe, iſt erſt 1673, alſo nach Morlands Schrift, herausgekommen. Auch Schott und Harsdörfer, auf deren Zeugniß ſich Kircher beruft, reden nur vom Hörrohre. In Frankreich aber hatte ein Auguſtinermönch Salar ſchon 7 – 8 Jahre vorher die ſchwache Stimme eines Baſſiſten durch ein Rohr verſtärkt, jedoch ohne die Abſicht, in die Ferne zu reden (ſ. Journal des Savans, edit. de Hollande To. III. p. 126.).

Morlands Sprachrohr hat die noch jetzt gewöhnliche trichterförmige Geſtalt, an der man nachher, ohne ſonderlichen Erfolg, viel hat verbeſſern wollen. Caſſegrain (Journal des Sav. a. a. O. p. 131.) ſchlug ſchon 1672 vor, ihm eine hyperboliſche Geſtalt zu geben, ſo daß die Axe des Rohrs die Aſymptote dieſer Hyperbel würde. Conyers (Philoſ. Trans. 1678. Num. 141. p. 1027.) verkürzte das Rohr, gab ihm die Geſtalt einer Glocke, und ließ die Stimme durch ein anderes rechtwinklicht umgebognes Rohr zur Seite hineingehen, und von dem halbkugelförmigen Ende der Glocke abprallen. Johann Matthias Haſe (Diſſ. de tubis ſtentoreis. Lipſ. 1719. 4.) ſetzt das Sprachrohr aus einem elliptiſchen und einem paraboliſchen Stücke ſo zuſammen, daß der Mund in einem Brennpunkte der Ellipſe angeſetzt wird, der andere aber zugleich der Brennpunkt der Parabel iſt. Dies ſcheint der Theorie nach eine ſehr vollkommne Einrichtung zu ſeyn; aber die Erfahrung lehrt, daß ſie die erwarteten Vortheile nicht gewährt, vermuthlich weil der Schall nie genau aus einem Punkte kömmt. Lambert (Sur quelques inſtruments acouſtiques in den Mém. de l'acad. de Berlin. 1763. p. 87.) zeigt, daß die Form eines abgekürzten Kegels, wo nicht die beſte, doch wenigſtens ſo gut, als jede andere, ſey.

Man hat auch geglaubt, das Sprachrohr müſſe durch ſeine eignen Schwingungen, wie die Blasinſtrumente, den Schall verſtärken helfen, und daher von ſehr elaſtiſchen Materien verfertiget werden. Dies iſt unter andern Muſſchenbroeks Meinung (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 2256.). Es iſt aber hiebey zu bedenken, daß man beym Sprachrohre nicht blos Verſtärkung, ſondern auch Deut-

lichkeit der articulirten Töne verlangt, in welcher Rückſicht die Güte dieſes Werkzeugs mehr von der Geſtalt und Menge der Reflexionen, als von der Materie, abhängt.

Beckmann Beyträge zur Geſchichte der Erfindungen, Erſter Band, Leipz. 1782. 8. S. 455 u. f.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, 4te Aufl. Götting. 1787. 8. §. 273 — 276.

Springbrunnen, Fontainen, Fontes ſalientes, Aquae ſalientes, *Fontaines, Jets-d'eau, Eaux jailliſſantes.* Die Springbrunnen ſind künſtliche Veranſtaltungen, welche Waſſer aus Oefnungen von Röhren ſo hervortreiben, daß es mit ſeiner erlangten Geſchwindigkeit noch in freyer Luft aufſteigen oder ſpringen muß. Im weitläuftigſten Sinne könnte man auch die Feuerſpritzen hieher rechnen, ſ. **Druckwerk** (Th. I. S. 617 u. f.): gewöhnlich aber werden unter Springbrunnen nur die zum Vergnügen angelegten Springwaſſer verſtanden, welche nicht von Menſchen in Bewegung geſetzt, ſondern durch andere Kräfte getrieben werden.

Man kan das Waſſer entweder durch ſein eignes Gewicht in communicirenden Röhren, oder durch Druckwerke, oder endlich vermittelſt der Luft zum Springen nöthigen.

Wie es durch des Waſſers **eignes Gewicht** geſchehe, findet man beym Worte **Röhren, communicirende** (Th. III. S. 725. f.). Setzt man z. B. das Springrohr AB, Taf. XX. Fig. 118. mit einem höher liegenden Baſſin CD durch ein Communicationsrohr in Verbindung, und erhält das Baſſin ſtets angefüllt, ſo ſollte das Waſſer aus der **Oefnung des Springrohrs** F *(ajutage)* eigentlich bis in die verlängerte Horizontalebne CD hinaufſpringen. Weil aber der freye **Waſſerſtral** FG durch keine Seitenwände mehr zuſammengehalten wird, und ſich alſo zertheilen und zurückfallen muß, ſo wird das aufſteigende Waſſer durch die Bewegung des zurückfallenden gehindert; da nun hiebey noch Widerſtand der Luft und Reibung an der Oefnung F mitwirken, ſo kan der Waſſerſtral FG nie ganz zu gleicher Höhe mit CD gelangen.

Mariotte (Traité du mouvement des eaux in den Oeuvr. de *Mariotte* To. II. Part. IV. Diſc. I. überſ. Grundlehren der Hydroſtatik u. Hydraul. von D. Meinig. Leipz. 1723. 8.) fand durch viele Verſuche ziemlich beſtätiget, daß ſich, wenn das Waſſer durch gleiche Oefnungen ſpringt, **das Quadrat der Höhe des Waſſerſtrals, wie der Unterſchied zwiſchen den Höhen von CD und von G, verhalte.** Bey einer Waſſerhöhe von 5 Fuß betrug dieſer Unterſchied nur 1 Zoll, bey 10 Fuß Höhe wird er alſo 4 Zoll, bey 15 Fuß Höhe 9 Zoll u. ſ. w. betragen. Man berechnet daraus leicht Mariotte's Tabelle, von der ich nur folgenden Auszug mittheile.

Waſſerhöhe		Höhe des Strals	Waſſerhöhe		Höhe des Strals
5 Fuß	1 Zoll	5 Fuß	60 Fuß	144 Zoll	60 Fuß
10 —	4 —	10 —	70 —	196 —	70 —
20 —	16 —	20 —	80 —	256 —	80 —
30 —	36 —	30 —	90 —	324 —	90 —
40 —	64 —	40 —	100 —	400 —	100 —
50 —	100 —	50 —	120 —	576 —	120 —

Oder: Wenn die Höhe des Strals in Schuhen ausgedrückt = b heißt, ſo iſt die erforderliche Waſſerhöhe $a = b + \frac{1}{100} b^2$.

Es iſt bey dieſer Regel vorausgeſetzt, daß die Oefnung gerade dasjenige Maaß habe, bey welchem der Stral am höchſten ſteigt. Iſt die Oefnung zu eng, ſo iſt die Reibung ſtärker, iſt ſie dagegen zu weit, ſo wird die Höhe des Strals durch den Widerſtand der Luft und das zurückfallende Waſſer zu ſtark vermindert. Es giebt daher für jeden Fall eine gewiſſe Größe der Oefnung, für welche die Höhe des Strals ein Gröſtes wird, und für dieſe gilt die angegebene Regel. In Mariotte's Verſuchen fand bey einer Waſſerhöhe von 24 Fuß 5 Zoll die gröſte Höhe des Strals von 22 Fuß 10 Zoll ſtatt, wenn der Durchmeſſer der Oefnung 6 Lin. betrug; bey 4 Lin. Durchmeſſer war der Stral um 1½ Zoll, und bey 3 Lin. um 8 Zoll niedriger.

s'Graveſande (Elem. Phyſ. To. I. §. 1584 ſqq.) hat auch gefunden, daß das Waſſer durch koniſch geendete Aufſatzröhren nicht ſo hoch ſpringt, als durch cylindriſche, die am obern Ende mit einer durchlöcherten Metallplatte geſchloſſen ſind. Bey einer Waſſerhöhe von 2 Fuß ſtieg der Stral durch die durchlöcherte Platte 2 Zoll höher und weit regelmäßiger, als durch das koniſche Rohr, wo die Friction viel ſtärker iſt. In der Theorie ſind dieſe Unterſuchungen ſehr verwickelt. Man ſ. **Käſtner** (Anfangsgr. der Hydrodynamik, Gött. 1769. 8. S. 168 u. f.) und **Karſten** (Lehrbegrif der geſammten Math. V Theil, Hydraulik, II Abſchnitt.)

Zu dieſer Art der Springbrunnen gehört im Kleinen auch der ſpringende Heber, der beym Worte Heber (Th. II. S. 584.) erwähnt, und Taf. XI. Fig. 62. abgebildet iſt. Einen andern hieher gehörigen, der, wenn er ausgelaufen iſt, wie eine Sanduhr umgekehrt wird, und ſo von neuem ſpringt, beſchreibt **Wolf** (Elem. Hydraul. Probl. 32.)

Durch beſonders dazu beſtimmte **Druckwerke** läßt ſich, wie man leicht erachten kan, das Waſſer auf erſtaunliche Höhen ſpritzen, wenn die drückende Kraft hiezu eine genugſame Gewalt hat. Zu dieſer Claſſe der ſpringenden Waſſer würden die Feuerſpritzen zu rechnen ſeyn. Vereiniget man die Leitröhren mehrerer Druckpumpen in ein einziges Steigrohr, ſo laſſen ſich aus der Oefnung des letztern **Waſſerſtralen** (*Jets d'eau*) von erſtaunlichem Umfange auf beträchtliche Höhen heraustreiben. Wenn dieſe Stralen ſehr dick und hoch ſind, ſo wird die Röhre zwar cylindriſch gemacht, und mit einer ſtarken durchlöcherten Platte geſchloßen, es befindet ſich aber in derſelben ein metallner umgekehrter Kegel, deſſen Durchmeſſer ein paar Zoll kleiner iſt, als der Durchmeſſer der Oefnung, dergeſtalt, daß zwiſchen dem Kegel und dem Rande der Oefnung rings umher eine Hölung bleibt, aus welcher der Stral hervorſpringt, der auf dieſe Art inwendig hohl, und daher auch nicht ſo ſchwer iſt, mithin durch die Gewalt der Druck-

werke viel höher getrieben werden kan, überdies auch keine ſo große Menge Waſſer erfordert.

Bey Springbrunnen, welche zur Verzierung der Gärten, öffentlichen Plätze u. ſ. w. angelegt werden, pflegt man die Oefnungen auf ſehr mannigfaltige Art zu verkleiden, oder dem ſpringenden Waſſer durch Aufſätze allerley Richtungen und Geſtalten zu geben. Zeichnungen ſolcher Waſſerwerke findet man in Menge, wiewohl nicht im beſten Geſchmacke, beym **Böckler** (Architectura curioſa nova, d. i. Neue Bau- und Waſſerkunſt. Nürnberg, 1664. fol.), beſſer bey **Switzer** (Introduction to a general Syſtem of hydroſtatiks and hydrauliks. London, 1729. 4maj.).

Kleine bewegliche Springbrunnen durch den **Druck der Luft** zu treiben, verſtanden ſchon die Alten; ſie erklärten aber die Wirkung irrig aus der Vermeidung des leeren Raums. **Heron** von Alexandrien beſchreibt in einem beſondern Buche (Πνευματικῶν ſ. Spiritalium liber ed. a Commandino. Pariſ. 1575. 4.) viel ſolche Spielwerke, noch mehrere **Schott** (Mechanica hydraulico-pneumatica. Herbip. 1657. 4.). Einige davon verdienen umſtändlicher angeführt zu werden.

Der **Heronsball** (pila Heronis) beſteht aus einer gläſernen oder kupfernen Kugel AB, Taf. XXIII. Fig. 28, in welche die bis nahe an den Boden reichende Röhre CD eingeküttet iſt. Dieſe Röhre läuft oben bey C in eine ſpitzige Oefnung aus, und kan bey A mit einem Hahne verſchloßen werden. Wenn man durch Saugen bey C (oder beſſer durch Aufſchrauben auf die Luftpumpe, und Exantliren) die Luft in der Kugel verdünnet, den Hahn A verſchließt, die Oefnung C unter Waſſer bringt, und den Hahn wieder öfnet, ſo wird der Druck der Atmoſphäre ſo lange Waſſer in die Kugel treiben, bis die verminderte Luft in EAF gleiche Dichte mit der Luft im Zimmer erhalten hat. Treibt man alsdann mit dem Munde durch C mehr Luft hinein, ſo wird dieſe aus D durchs Waſſer in den Raum EAD aufſteigen, und die Luft verdichten (noch beſſer geſchieht dies, wenn man C auf eine Luftpumpe oder Compreſſionsmaſchine ſchraubt, und die Luft in der

Kugel zuſammendrückt, wozu aber die Kugel oder das Gefäß ſehr ſtark und feſt ſeyn muß). Man kan den Hahn eine Zeit lang verſchloßen laſſen; ſo bald man ihn öfnet, treibt der Druck der zuſammengepreßten Luft in EAF das Waſſer durch die Röhre DC, und bildet bey C einen kleinen Springbrunnen.

Statt des Heronsballs kan jedes Arzneyglas dienen, wenn man den engen Hals deſſelben luftdicht mit einem Korke verſtopft, durch den eine wie CD geſtaltete Röhre bis an den Boden des Glaſes hinabgeht. Wenn ſich kein Hahn anbringen läſt, ſo muß man die Oefnung C nach dem Saugen ſo lange, bis ſie unter Waſſer gebracht iſt, mit dem Finger verſchließen.

Der Heronsball, oder ein ſolches Glas, können auch durch **Erwärmung** gefüllt werden und ſpringen. Erwärmung auf Kohlen verdünnt die Luft im Gefäße, und läſt man daſſelbe alsdann, mit der Oefnung C in kaltes Waſſer geſteckt, wieder abkühlen, ſo treibt der Druck der äuſſern Luft Waſſer hinein. Dieſes Waſſer ſpringt durch C wieder heraus, wenn man das Gefäß wieder über Kohlen, oder in ſiedendes Waſſer hält, in welchem letztern Falle man eine **ſchwimmende Fontäne** erhalten kan.

Der **Heronsbrunnen** (fons Heronis) Taf. XXIII. Fig. 29, beſteht aus zweyen übereinanderſtehenden luftdichten Gefäßen ABCD und EFGH, deren oberes eine in Form einer Schüſſel vertiefte Oberfläche AB hat, und durch das Loch I, welches ſich nachher wieder feſt verſtopfen läſt, mit Waſſer gefüllt werden kan. Dieſes obere Gefäß iſt mit einem Springrohre KL verſehen, welches bis nahe an den Boden DC reicht, und bey K eine enge Oefnung hat. Ein zweytes Rohr OP hat ſeine obere Oefnung O in der Fläche der Schüſſel AB, und reicht mit der untern P bis nahe an den Boden GH des untern Gefäßes. Ein drittes MN hat die untere Oefnung N in der Oberfläche des untern Gefäſſes EF, und reicht mit der obern M bis nahe an AB. Sind dieſe Röhren ſtark genug, ſo tragen ſie zugleich als Stützen das obere Gefäß, dem man ſonſt auch beſondere Stützen geben kan.

Wenn man nun ABCD durch I mit Waſſer füllt, das Loch wieder verſtopft, und Waſſer in die Schüſſel AB gießt, ſo läuft dieſes durch OP in das untere Gefäß. Hier muß ihm die Luft ausweichen; dieſe tritt alſo durch die Röhre NM bey M in das obere Gefäß, und verdrängt dadurch eben ſo viel Waſſer aus ſeiner Stelle, als durch die Oeffnung P ausgefloßen iſt. Dieſes verdrängte Waſſer kan nirgends, als durch das Springrohr LK ausweichen; es ſpringt alſo bey K heraus, fällt in die Schüſſel AB zurück, und erſetzt dadurch den Abfluß, der durch OP ins untere Gefäß gegangen iſt. Alſo dauert die Wirkung immer fort, und der Brunnen ſpringt bey K ſo lange, bis alles Waſſer aus ABCD herausgetrieben, und durch OP ins untere Gefäß gelaufen iſt.

Von dieſer ſinnreichen Vorrichtung, die auf den erſten Blick nur Beluſtigung zur Abſicht zu haben ſcheint, hat **Joſeph Carl Höll** im Jahre 1753 eine ſehr wichtige Anwendung auf die Förderung der Grubenwaſſer in Bergwerken gemacht, wovon **Poda** (Kurzgef. Beſchreibung der bey dem Bergbau zu Schemnitz in Nieder-Hungarn errichteten Maſchine, herausgeg. durch **von Born**. Prag, 1771.), **Delius** (Anleit. zu der Bergbaukunſt. Wien, 1773. 4. S. 389) und **Meiſter** (De Heronis fonte educendis ex puteo aquis adhibito ſ. de Hydraulo pnevmatico Schemnizenſi in Nov. Comm. Soc. R. Gotting. To. IV. 1773. p. 169.) handlen.

Wie man den unterbrochnen Heber zum Springbrunnen einrichten könne, ſ. beym Worte **Heber** (Th. II. S. 584). Dieſe Einrichtung läſt ſich unter mannigfaltigen Geſtalten abändern, und **Comiers** beym **Wolf** (Elem. Hydraul. Probl. 39.) beſchriebene Fontäne, bey der das Waſſer in einer gläſernen Kugel ſpringt, iſt nichts anders, als eben dieſer unterbrochne Heber. Das Waſſer läuft aus der Kugel durch ein langes Rohr aus, dadurch wird die Luft über demſelben verdünnt, und der Druck der Atmoſphäre treibt durch das Springrohr mehr Waſſer aus einem offenſtehenden Gefäße in die Kugel. Auch **Kircher** hat einen ſolchen Springbrunnen angegeben, den

Leupold (Theatr. mach. hydraul. To. I. Tab. II. Fig. 4.) abbildet.

Durch die Wärme kan man Waſſer in dem Gefäße ABCD, Taf. XXIII. Fig. 30, zum Springen nöthigen, wenn es durch das Loch L, das man nachher wieder verſchließt, bis H gefüllt iſt. Dieſes Gefäß hat ein bis faſt an den Boden reichendes Springrohr KI, und iſt mit dem untern Gefäße CDEF, welches leer bleibt, durch das Rohr HG verbunden. Setzt man EF über Kohlen, ſo wird die Luft im untern Gefäße ſtark ausgedehnt, dringt durch GH ins obere, und treibt das Waſſer, wie beym Heronsballe, durch IK aus.

Wenn man das leere Gefäß CDEF oben anbringt, und durch ofne Röhren mit AB verbindet, ſo hat man den Brunnen, der unten ſpringt, wenn unter dem Boden des obern Gefäßes Lichter angezündet werden (*Wolf* Elem. Hydraul. Probl. 35.).

Man fülle die gläſerne Kugel, Taf. XXIII. Fig. 31, durch die daran befindliche Röhre mit Weingeiſt, verſtopfe alsdann die Oefnung der Röhre, und ſetze ſie umgekehrt auf einen dazu ſchicklichen Fuß. An der Seite der Röhre gehen zwey enge aufwärts gekrümmte Glasröhrchen heraus, durch welche der Weingeiſt, weil er in der Kugel höher ſteht, ausläuft. Man zündet ihn nun hier an, ſo wird durch die Hitze der Flamme die Luft im obern Theile der Kugel ausgedehnt, treibt den Weingeiſt, der ſich beym Durchgange entzündet, mit Gewalt in die Höhe, und bildet im Dunkeln eine ganz artige Feuerfontäne.

Wolf Elem. Hydraulicae in Elem. Matheſ. univerſae, Cap. II. De motu aquae vi äeris contigui producendo et Cap. IV. De fontibus ſalientibus.

Eberhards erſte Gründe der Naturlehre, 3te Aufl. Halle, 1767. 8. S. 292. u. f.

Springgläſer, ſ. Glastropfen.

Springkolben, ſ. Bologneſer Flaſchen.

Spröde, Fragile, *Caſſant.* Spröde heiſt ein feſter Körper, wenn man die Lage ſeiner Theile durch äuſſere

Gewalt nicht anders, als mit gänzlicher Trennung ihres Zuſammenhangs, ändern kan. Ein ſolcher Körper dehnt oder ſtreckt ſich nicht unter dem Hammer; er zerbricht vielmehr unter demſelben. Spröde Körper heiſſen daher auch **zerbrechlich**, und wenn ſie ſich durch geringe Kraft in ſehr kleine Theile zertrennen laſſen, **zerreiblich** (friabilia). Dem Spröden iſt das **dehnbare**, ſtreckbare, geſchmeidige, biegſame entgegengeſetzt, ſ. **Dehnbarkeit, Biegſamkeit.** Beyſpiele ſpröder Körper ſind Glas, Porcellan, gehärteter Stahl ꝛc.

Die Elaſticität ſetzt zwar allemal voraus, daß ein Körper ſeine Geſtalt ändern laſſe: es ſcheint alſo, als könnten elaſtiſche Körper nicht ſpröde ſeyn. Aber Elaſticität iſt doch im Grunde nichts anders, als Widerſtreben gegen Aenderung der Geſtalt, und ſo könnte wohl ſehr ſtarke Elaſticität in Sprödigkeit ſelbſt übergehen. Dies iſt gar nicht unwahrſcheinlich, wenn man bedenkt, daß viele elaſtiſche Körper durch Vermehrung ihrer Dichtigkeit ſpröde werden (z. B. gehärteter Stahl, die Glastropfen, bologneſer Flaſchen, mehrere Körper in der Kälte), und daß ſie ſich wieder elaſtiſch zeigen, wenn man durch Anlaſſen, Ausglühen, Temperiren im Kühlofen ꝛc. ihre Spannung vermindert.

In manchen Körpern trennen ſich viele Theile von ſelbſt mit, wenn man nur anfängt, einige zu trennen, und dieſe heiſſen vorzugsweiſe **ſpröde Körper**. Eine ſolche Eigenſchaft ſcheint allemal einen hohen Grad von Elaſticität und einen ungleichen Zuſammenhang vorauszuſetzen, durch welchen die Theile ſchon in eine gewaltſame Spannung verſetzt ſind, ſ. **Glastropfen, Bologneſer Flaſchen.**

Andere Körper, z. B. Holz, blättrige Steine u. dergl. laſſen ſich nur nach gewiſſen Richtungen leicht trennen, oder **ſpalten**. Sie beſtehen aus Blättern oder Faſern, die an ſich feſt und elaſtiſch ſind, aber untereinander einen ſchwachen Zuſammenhang haben, der durch ihre Elaſticität überwunden werden kan. Treibt nun eine äuſſere Kraft die Blätter an einem Ende auseinander, und beugt dieſelben,

ſo ſtellen ſie ſich, vermöge ihrer Federkraft, wieder gerade, und reiſſen dadurch auseinander.

Errleben Anfangsgr. der Naturl. §. 35. 36.
Gren Grundriß der Naturl. §. 53. 56.

Sprödigkeit, ſ. Spröde.

Stahl, Chalybs, *Acier*. Der Stahl iſt eine Art von vollkommnern und brauchbarern Eiſen, welches geſchmeidig iſt, aber durchs Härten (*Trempe de l'acier*), d. i. durch Rothglühen und ſchnelles Ablöſchen in kaltem Waſſer hart, ſpröde und unbiegſam wird, durch neues Glühen hingegen ſeine vorige Geſchmeidigkeit wieder erlangt. Je ſtärker dieſe Veränderungen ſind, und je geringer die Hitze iſt, durch die ſie bewirkt werden, deſto beſſer iſt der Stahl.

Der Stahl hat nach dem Poliren einen weiſſern lichtgrauern Glanz, als das Eiſen. Sein Bruch iſt feiner und gleichkörnigter. Sein eigenthümliches Gewicht iſt größer, als das vom Roheiſen und Stangeneiſen, und beträgt beym engliſchen Gußſtahle 7, 919, nach einem Mittel aus **Rinmanns** Verſuchen 7,795 mal ſo viel, als das Gewicht des Waſſers. Er iſt feſter, als Eiſen, und kan durch Bearbeitung mehr Federkraft und Klang erhalten. Er nimmt den Magnetiſmus ſchwerer an, behält ihn aber weit länger; er roſtet weniger, als geſchmeidig Eiſen, aber früher, als Roheiſen. Er ſchmelzt ſpäter als Roheiſen, und früher, als Stangeneiſen. In der Schmelzhitze verbrennt er ſchneller, als Eiſen, und eine Stahlfeder, an der Spitze glühend gemacht, brennt in dephlogiſtiſirter Luft von ſelbſt mit heftigem Funkenſprühen.

In der Hitze läuft der Stahl mit ſehr lebhaften Farben an, und wird bey dem Grade, in welchem Zinn fließt, erſt ſtrohgelb, hierauf purpurfarben; bey der Hitze, worinn Bley ſchmelzt, violet, roth, endlich dunkelblau und bey noch ſtärkerer Hitze hellblau, worauf er zum Glühen ſelbſt kömmt. Der Stahl wird nach dem Härten durch das **Anlaſſen** oder Erhitzen bis zur gehörigen Farbe, wieder ſo weit erweicht, als es zu ſeiner Beſtimmung nöthig iſt.

läſt man ihn zum Glühen kommen, ſo wird er durchs Erkalten wiederum ganz weich.

Man erhält den Stahl aus einigen Eiſenerzen, beſonders den braunſteinhaltigen, gleich durchs erſte Ausſchmelzen, weit öfter aber durch die Kunſt, aus dem Roheiſen und dem geſchmeidigen Eiſen, entweder durch **Schmelzen** oder durch **Cementiren**. Der **Schmelzſtahl** wird gewöhnlich aus ſortirtem dazu geſchickten Roheiſen durch Schmelzen und wiederholtes Glühen, Schmieden und Härten; der **Brennſtahl** hingegen aus geſchmeidigem Eiſen durch Cementation mit Kohlengeſtiebe (oder andern viel Brennbares, aber nur keinen Schwefel oder Vitriolſäure, enthaltenden Cementpulvern) bereitet, ſ. **Cementation**. Der Schmelzſtahl wird doch für den beſten gehalten. Der engliſche **Gußſtahl** (caſt-ſteel) iſt Brennſtahl, der noch mit einem Zuſatze, der ihm ſeine Geſchmeidigkeit erhält, geſchmolzen iſt. Der **Damaſcener Stahl** wird aus zuſammengeſchmiedeten Blechen von Stahl, weichem Eiſen und ſprödem Eiſen bereitet, welche im Weißglühen zuſammengedreht und geſchmiedet werden.

Kein Metall, auſſer dem Eiſen, iſt dieſer mannigfaltigen Abwechſelung ſeiner Schmelzbarkeit, Geſchmeidigkeit, Glanzes u. ſ. w. fähig; die Erklärungen hievon ſind aber noch immer ſehr räthſelhaft. Die Stahlbereitung war längſt durch den Weg der Erfahrung bekannt, als **Reaumür's** erſte lehrreiche Verſuche (L'art de convertir le fer forgé en acier &c. Paris, 1722. 4. 1770. 4.) die Chymiker auf die Gedanken brachten, den Stahl für ein völlig reines, durch und durch metalliſches, Eiſen zu halten, da hingegen das Roheiſen mit Schwefel vermiſcht und noch gleichſam vererzet, das Stangeneiſen zwar vom Schwefel befreyt, aber doch noch mit vielen nicht reguliniſchen Eiſenkalktheilen verunreiniget ſey. Dieſe Theorie, aus der ſich vieles leicht erklärt, iſt lange Zeit die herrſchende geblieben, bis **Bergmann** (Diſſ. de analyſi ferri, reſp. *Jo. Gadolin.* Vpſala 1781. 4. und in Opuſc. phyſ. chem. Vol. III. p. 1.) und **Rinmann** (Geſchichte des Eiſens, aus d. ſchwediſchen überſ. von **Georgi**. Berlin, 1785. 8. B. II. §. 266 u.

f.) gezeigt haben, daß man ſich unmöglich mit ihr befriedigen könne, und daß der Stahl, anſtatt den vollkommenſten metalliſchen Zuſtand des Eiſens auszumachen, vielmehr einen mittlern Zuſtand zwiſchen Roheiſen und geſchmeidigem oder Stangeneiſen darſtelle.

Aber dieſe großen Chymiſten erklären den Unterſchied der drey genannten Sorten des Eiſens auf ganz entgegengeſetzte Arten. **Bergmann** ſucht ihn zum Theil in den verſchiedenen Verhältnißen, in welchen das Eiſen mit fremden Stoffen, vorzüglich mit Reißbley und Braunſtein verbunden iſt, ſo, daß das Roheiſen das meiſte, der Stahl weniger, das geſchmeidige Eiſen am wenigſten Reißbley enthalte; hauptſächlich aber darinn, daß das Roheiſen mit der geringſten, das geſchmeidige mit der gröſten Menge von Phlogiſton verbunden ſey, der Stahl aber wiederum zwiſchen beyden das Mittel halte. Er ſucht dies aus der verſchiedenen Menge von brennbarer Luft zu erweiſen, welche man mit Vitriol- oder Salzſäure aus dieſen Stoffen erhält ꝛc., und erklärt ſo das Stahlmachen aus Roheiſen durch eine Zerſetzung des Reißbleys und ſtärkere Phlogiſtication, das Cementiren aber durch eine Erzeugung von neuem Reißbley, wozu Phlogiſton verwendet und alſo die Menge des im geſchmeidigen Eiſen vorhandenen vermindert werde. Dies letztere ſcheint freylich erzwungen, und iſt wenigſtens noch bey weitem nicht erwieſen: auch kan man aus der Menge von brennbarer Luft nicht ſicher auf die Menge des Phlogiſtons ſchließen.

Rinmann hingegen kehrt die Stufenleiter völlig um, und giebt dem Roheiſen die gröſte, dem geſchmeidigen hingegen die geringſte Menge von brennbarem Stoffe. Hieraus erklärt ſich alles ſehr leicht. Roheiſen mit Kohlenſtaub oder unter einer Glasdecke geſchmolzen, bleibt roh; für ſich allein, oder mit Kalkerde, Braunſtein u. dergl. geſchmolzen, oft an der Luft geglüht ꝛc. geht es in Stahl, mit Eiſenkalk geſchmolzen, in weiches Eiſen über: geſchmeidig Eiſen mit Kohlenſtaub geſchmolzen, kan zu Roheiſen oder Stahl werden, und geht mit brennbaren Pulvern cementirt, in Stahl über; ohne brennbaren Zuſatz

geglüht, wird es verkalkt; Roheiſen ſchmelzt leichter, als Stahl, und dieſer leichter, als weiches Eiſen; letzteres läuft früher mit Farben an, als Stahl und Roheiſen. Alle dieſe Erſcheinungen fließen ganz natürlich aus den von Rinmann angenommenen Graden der Phlogiſtication der genannten drey Eiſenſorten. Inzwiſchen iſt es möglich, daß Reißbley und Braunſtein zu ihrer Verſchiedenheit etwas beytragen können, da der Braunſteinkalk ſo viel Verwandſchaft mit dem Phlogiſton hat, und braunſteinhaltige Eiſenerze ſo leicht Stahl geben. Doch iſt es nicht ausgemacht, ob der Braunſtein weſentlich zur Miſchung des Stahls gehöre, oder nur zufällig darinn enthalten ſey.

Von den verſchiedenen Stahlbereitungen in mehreren Ländern handlen Jars (Metallurgiſche Reiſen von 1757 — 1769, aus d. franz. von Gerhard. Berlin, 1777. II. B. 8.), Ferber (Phyſikal. metallurgiſche Abhandl. über die Gebirge und Bergwerke in Ungarn. Berlin u. Stettin, 1780. 8.), Peyrouſe (Abhandl. über die Eiſenbergwerke und Eiſenhütten in der Grafſchaft Foix. a. d. franz. von Karſten. Halle, 1789. 8.), Polhem (Schwed. Abhandl. 1740. B. XI. S. 53.), Horn (Eſſays concerning Iron and ſteel. London, 1773. 8.), Perret (Mém. ſur l'acier. Paris, 1779. 8. Perret's Abhandl. vom Stahle, a. d. f. Dresden, 1780. 8.), Herrmann (Beſchreib. der Manipulation, durch welche in Steyermark, Kärnthen und Crain der brescianer Stahl verfertiget wird. Wien, 1787. 8.) nebſt Reaumur's und Rinmanns obenangeführten Schriften.

Der Nutzen des Stahls erſtreckt ſich bis ins Unbeſchreibliche. Ohne ihn würden wir die nöthigſten und nützlichſten Werkzeuge aller Art entbehren. Nach dem Härten läſt er ſich durch keine Feile mehr angreifen, ſondern feilt, durchbohrt und zertheilt vielmehr die härteſten Körper. Kein Hammerſchlag ändert ſeine Geſtalt, ſondern ſchlägt ihn eher, wie einen Kieſelſtein, in Stücken. Er iſt in dieſem Zuſtande der ſchönſten und lebhafteſten Politur fähig. Was den Nutzen des Stahls noch allgemeiner macht, iſt, daß man ſeine Härte nach Belieben abändern und mäßi-

gen kan. Man findet im Handel völlig gehärteten Stahl, den man, um ihn zu ſtrecken, zu feilen, und zur gehörigen Geſtalt zu bringen, erſt wieder erweicht oder anläßt. Zu den Stahlfedern giebt man ihm die blaue oder Federhärte, zu ſchneidenden Werkzeugen läſt man ihn gelb anlaufen.

Macquer chym. Wörterb. Art. Stahl.
Gren ſyſtem. Handb. der Chemie, II. Th. 2. B. §. 2735. u. f.

Statik, Statica, *Statique*. Die Lehre vom Gleichgewichte, insbeſondere der feſten Körper, da das Gleichgewicht der flüßigen tropfbaren in der **Hydroſtatik**, der flüßigen elaſtiſchen in der **Aerometrie** oder **Aeroſtatik** abgehandlet wird. Was von dieſer Wiſſenſchaft zur Phyſik gehört, findet man bey den Worten: **Gleichgewicht, Hebel, Wage, Rad an der Welle, Räderwerk, Rolle, Flaſchenzug, Schiefe Ebne, Schraube, Zuſammenſetzung der Kräfte.** Die Theorie der Maſchinen gehört zur Statik, in ſofern ſich die Kräfte an denſelben ruhig im Gleichgewichte halten, zur Mechanik, in ſofern eine Kraft die andere wirklich bewegt.

Die ſtatiſche Theorie der Maſchinen ward unter den Griechen vom **Archimedes** bearbeitet, der in zweyen Büchern von gleichwichtigen Körpern die Lehre vom Schwerpunkte abhandelte und das Geſetz des Hebels erwieß, ſ. **Mechanik, Hebel. Heron** von **Alexandrien** brachte nach dem Berichte des **Pappus** (Collect. Mathem. L. VIII.) alle Rüſtzeuge auf dieſes Geſetz des Hebels zurück. Unter den Neuern ward die Statik der feſten Körper ſchon im ſechszehnten Jahrhunderte von **Guido Ubaldi**, Marcheſe **del Monte** (Mechanicorum libri VI. 1577.) und **Simon Stevin** (Beghinſelen der Wegkonſt. Amſt. 1596. 4.) mit vielem Glück behandlet: vorzüglich erfand der letztere die richtige Theorie der ſchiefen Ebne, und den Satz vom Gleichgewichte zwiſchen drey Kräften, der als ein allgemeiner Grundſatz der ganzen Statik dienen kan.

Descartes (Tractat. de Mechanica, ed. in Opuſc. poſth. Amſt. 1701. 4.) führte den Grundſatz ein, daß das Vermögen einer bewegenden Kraft dem Produkte der be-

wegten Maſſe in ihre Geſchwindigkeit gleich ſey. Nun findet zwar beym Gleichgewichte keine Bewegung, mithin auch keine Geſchwindigkeit, ſtatt; wenn man aber ſtatt derſelben diejenige Geſchwindigkeit nimmt, welche im erſten Anfange einer Bewegung ſtatt finden würde, ſo läſt ſich aus dieſem Grundſatze das Geſetz des Hebels und die ganze ſtatiſche Theorie der Maſchinen herleiten. **Varignon** (Projet d'une nouvelle Méchanique. Paris, 1687.) verſuchte die ganze Statik auf die Lehre von Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte zu gründen, welcher Vorſchlag in ſeinem gröſſern Werke (Nouvelle Méchanique ou Statique, ouvrage poſthume de M. *Varignon.* à Paris. 1725. II. To. 4.) ſehr ſinnreich ausgeführt iſt. Faſt eben ſo iſt die Theorie des Hebels zu gleicher Zeit von **Newton** (Princip. L. I. Ax. 3. Coroll. 2.) behandlet worden. Neuere Schriftſteller haben doch geurtheilt, daß alle dieſe Grundſätze einer ſtrengen Methode nicht Gnüge leiſteten; und erſt Herr **Käſtner** hat im Jahre 1753 einen vollkommen ſcharfen Beweis von der Theorie des Hebels gegeben, welcher mit der in de la Hire's Mechanik gebrauchten Schlußart etwas ähnliches hat, ſ. **Hebel.** Scharfſinnige Unterſuchungen über dieſe erſten Gründe der Statik hat man von **Lambert** (Gedanken über die Grundlehren des Gleichgewichts und der Bewegung, in den Beyträgen zum Gebrauche der Mathem. II. Theil. Berlin, 1770. 8. Num. XI. S. 363. u. f.)

Die Statik unter einem beſondern Titel abzuhandlen, iſt nicht gewöhnlich. Man verbindet ſie faſt immer mit der gemeinen Mechanik oder Maſchinenlehre. Dies geht ſo weit, daß ſehr viele dem Titel nach mechaniſche Lehrbücher im Grunde nichts weiter, als Statik, enthalten. Ich kan mich alſo, was die ſtatiſchen Schriftſteller betrift, ganz auf den Artikel **Mechanik** (Th. III. S. 173.) beziehen.

Stechheber, Antlia œnopolarum, *Larron.* Der Stechheber iſt ein gläſernes, wie ABC (Taf. XXIII. Fig. 32.) geſtaltetes, an beyden Enden A und C ofnes Gefäß, mit einem etwas weiten Bauche, aber ſehr engen Oefnungen.

Die untere Oefnung C muß ſo eng ſeyn, daß ſich Waſſer und Luft, oder Wein und Luft, in ihr nicht ausweichen, die Oefnung A muß man mit dem Daumen verſchließen können, indem das ganze Gefäß beym Henkel D gehalten wird.

Steckt man die untere Oefnung C durch das Spundloch in ein Faß mit Wein, ſo füllt ſich das Gefäß nach hydroſtatiſchen Geſetzen ſo weit an, daß der Wein darinn eben ſo hoch, als im Faſſe, ſteht. Verſchließt man nun A mit dem Daumen, und hebt das Ganze heraus, ſo werden zwar Anfangs ein paar Tropfen Wein aus C auslaufen, weil aber dadurch die Luft über dem Weine bey B verdünnt und ihre Elaſticität geſchwächt wird, bey C aber der Druck der äuſſern Luft entgegenwirkt, ſo wird dieſes Auslaufen nur ſo lang dauren, bis die Elaſticität der Luft in AB, und der Druck der Weinſäule BC zuſammen, gerade dem Drucke des Luftkreiſes gleich ſind. Alsdann läuft nichts mehr aus, und man kan faſt das ganze Gefäß voll Wein aus dem Faſſe heben.

Sobald man aber den Daumen wegnimmt und A öfnet, fährt die äußere Luft durch A, und der Wein, auf den nun bey B und C gleich elaſtiſche Luft wirket, läuft ungehindert durch ſein eigen Gewicht aus. So läſt ſich mit dem ausgehobnen Weine ein Glas oder eine Flaſche füllen. Dieſes ſehr bekannte Geräth iſt ein deutliches Beyſpiel zu dem, was beym Worte **Luft** (Th. III. S. 7. 8.) zum Beweiſe des Drucks der Luft vorgetragen wird. Dort findet man auch, warum die Oefnung C ſo eng ſeyn muß, daß Luft und Wein ſich darinn nicht ausweichen können.

Eine andere Anwendung hievon iſt das Separatorium der Chymiſten Taf. XXIII. Fig. 33. Dieſes dient, zwo mit einander vermengte Flüßigkeiten, die ſich jedoch nicht auflöſen, z. B. Waſſer und Oel, genau von einander zu ſcheiden. Man ſaugt oder füllt das Gemenge in das Gefäß ein, läſt es eine Zeitlang ruhig darinn ſtehen, bis ſich durch die Wirkung der eigenthümlichen Schwere das leichtere oben, das ſchwerere unten geſetzt hat, und verſtattet dann der untern Flüßigkeit den Ablauf ohne Schütteln.

Weil die untere Röhre eng iſt, ſo kan man die Grenze, an der ſich beyde Materien berühren, und den Augenblick, in welchem dieſe Grenze die untere Oefnung erreicht, ſehr genau wahrnehmen. In dieſem Augenblicke verſchließt man die obere Oefnung mit dem Finger — das Auslaufen hört auf, und das obere leichtere Fluidum bleibt allein im Gefäße zurück.

Steine, Lapides, *Pierres*. So nennt man die harten und feſten Körper von erdigter Natur — die verhärteten Erden. Es giebt keine Art von Erde, deren Theile nicht in einen ſtarken Zuſammenhang treten, und dadurch einen ſteinartigen Körper bilden könnten. Weil aber hiebey die Theile ſelbſt ihre Natur in keinem Stücke ändern, und bey der chymiſchen Unterſuchung noch immer die vorigen Eigenſchaften der Erden zeigen, ſo hat man in der Phyſik gar nicht nöthig, Erden und Steine von einander zu unterſcheiden. In mineralogiſcher Rückſicht, wo es auf die äußerlichen Kennzeichen ankömmt, iſt freylich der Fall anders. Vom Urſprung der Steine ſ. die Worte: **Cohäſion, Petrefacten, Verſteinerung.**

Stein, bononiſcher, Bologneſer Stein, ſ. Phosphorus.

Stein der Weiſen, philoſophiſcher Stein, Lapis philoſophorum ſ. philoſophicus, *Pierre philoſophale*. Dieſen Namen geben die Alchymiſten einer Materie, welche alle Metalle in Gold verwandlen und zugleich ein allgemeines Arzneymittel gegen alle Krankheiten abgeben ſoll. Nur die ausſchweifendſte Phantaſie hat ſo heterogene Begriffe, als die des Goldmachens und der Univerſalmedicin ſind, in dem Ziele ihrer Beſtrebungen vereinigen können. Der Umſtand, daß beyde ſchlechterdings nichts, als das Gewinnbringen, gemein haben, entdeckt ſehr deutlich den Grund dieſer ſonſt unbegreiflichen Schwärmerey — ſo traurig auch dieſe Bemerkung für die Ehre der Menſchheit iſt.

Es fehlt nicht an guten Schriften, welche die Nichtigkeit ſolcher Vorſpiegelungen deutlich vor Augen legen, ſ.

Alchymie. Ich begnüge mich, hier die Stelle mitzuthei-len, in welcher ſchon Herr von Fontenelle (Hiſt. de l'acad. des Sc. de Paris. ann. 1722.) bey Gelegenheit einer von Geoffroy eingereichten Abhandlung dieſe alchymiſtiſchen Thorheiten ſchildert.

„Wäre nicht die Gewinnſucht eine ſo äuſſerſt mächtige „und blinde Leidenſchaft, ſo wäre nichts unbegreiflicher, „als daß vorgebliche Goldmacher für ihr Geheimniß Geld „fordern. Was für Geldbedürfniße können denn ſo glück-„liche Sterbliche haben? Dennoch fallen noch täglich be-„trogne Menſchen in die Netze ſogenannter Adepten, her-„metiſcher Philoſophen, Kosmopoliten, Roſenkreuzer u. ſ. „w., welche Leute durch ihre geheimnißvolle Sprache, ihr „fanatiſches Betragen und ihre ausſchweifenden Verſpre-„chungen jedermann verdächtig werden ſollten, leider aber „in den Augen der meiſten nur deſto wichtiger werden.

„Gold aus Stoffen zu machen, die nicht Gold ſind, „wie die Natur im Schooße der Erde thut, möchte wohl „der Kunſt unmöglich ſeyn. Die Kunſt hat noch nie ei-„nen Gran unedles Metall (welches nach den Alchymiſten „ein der Natur mißlungenes Gold ſeyn ſoll), ja nicht ein-„mal einen Kieſel hervorbringen können. Allem Anſehen „nach hat die Natur die Erzeugungen der Dinge ſich allein „vorbehalten. Inzwiſchen muß man keinen Beweiß der „Unmöglichkeit verlangen. Man fordert ja dergleichen „von mehrern Dingen nicht, die doch niemand erwartet. „Unmöglichkeiten, die geometriſchen ausgenommen, laſſen „ſich nicht demonſtriren; aber der äußerſte Grad von „Schwierigkeit, wenn ihn die Erfahrung beſtätigt, muß, „wenn auch nicht in der Theorie, doch in der Ausübung, „als Unmöglichkeit behandlet werden.

„Die Alchymiſten geben vor, das Gold in ſeine Grund-„theile zerſetzen, und eine Materie, einen Schwefel, dar-„aus ziehen zu können, der z. B. mit Queckſilber oder Sil-„ber vermiſcht, das letztere in Gold verwandle, und da-„durch die Menge des Goldes vermehre. Man hat aber „noch nie ein Metall in ſeine Grundſtoffe zerſetzt. Nur „verändern kan man dieſe Stoffe und unkenntlich machen;

„man weiß aber auch Mittel, ihnen ihre vorige Geſtalt „wiederzugeben, weil ihre erſten Grundſtoffe unzerſetzt ge„blieben ſind. Zwar hat man unter dem Brennſpiegel „Zerſetzungen bewirkt, zu denen das gewöhnliche Ofenfeuer „zu ſchwach geweſen wäre: dieſe würden aber den Alchymi„ſten keinen Vortheil gewähren, da das Sonnenfeuer die „wirkſamſten und koſtbarſten Grundtheile der Metalle ver„flüchtigt, und nichts, als eine verglaſete zu aller fernern „Behandlung unbrauchbare Schlacke, zurückläßt.

„Hätte man aber auch einen gehörig abgeſonderten „Goldſchwefel, ſo würde dieſer, z. B. an Silber gebracht, „doch nichts weiter thun, als eine Maſſe Silber zu Gold „machen, die der Maſſe Gold gleich wäre, aus der man „ihn gezogen hätte. Geſetzt nun auch, dieſe Maſſe hätte „dadurch das völlige Gewicht und alle urſprünglichen Ei„genſchaften des Goldes bekommen; war es bey dem allen „nicht eben ſo gut, jenen Goldſchwefel da zu laſſen, wo er „ſchon von Natur war? Was hat man denn weiter ge„wonnen, als einen artigen Verſuch, der doch nicht ohne „Koſten abgegangen ſeyn kan?

„Freylich laſſen die Alchymiſten ihren Goldſchwefel ſo „wirken, wie den Samen, der aufkeimt und zur Pflanze „wird, oder wie das Feuer, das ſich durch brennbare Stof„fe verbreitet und vervielfältiget. Darauf laufen die Ge„ſchichten von eingeſtreuten Goldpulvern hinaus, wovon „ſchon wenige Stäubchen große Goldmaſſen hervorbringen „ſollen. Aber welche Phyſik müſte das ſeyn, die ſich zu „Begriffen dieſer Art bequemen könnte?

„Nur dann wäre Gewinn zu hoffen, wenn ſich aus „Stoffen, die nicht Gold ſind, z. B. aus Thau, Manna, „Honig u. dergl. ein Univerſalgeiſt ziehen ließe, der fähig „wäre, eine Portion Silber oder Kupfer in Gold zu ver„wandlen. Das geben zwar auch die Alchymiſten vor, „aber was für Behauptungen ſind dies, und welche Erwar„tungen laſſen ſich darauf gründen!

„Was dem Steine der Weiſen noch mehr Verehrer „verſchaft, iſt das Vorgeben, daß er eine Univerſalarzney „abgebe. Woher aber wiſſen das die, die ihn ſuchen: und

„warum heilen die, die ihn beſitzen, nicht damit alle Kran„ken? Schon dadurch könnten ſie ja, ohne Entdeckung „ihres Geheimnißes, mehr Gold erlangen, als ihnen je„mals alle ihre Oefen liefern können. Unterſucht man ge„nauer, woher es komme, daß dem Golde ſo wunderbare „phyſiſche Kräfte zugeſchrieben werden, ſo findet man den „wahren Grund gar bald in dem willkührlichen conventio„nellen Werthe dieſes Metalls, durch den daſſelbe ſo tiefe „Eindrücke auf Verſtand und Herz der Menſchen macht."

Stein, elaſtiſcher, biegſamer Stein, Lapis elaſticus, *Pierre élaſtique.* Steine laſſen ſich ſonſt nicht beugen, und zeigen nur geringe Grade von Elaſticität. Man kannte ſonſt nur die marmornen Tiſchplatten, welche im borgheſiſchen Pallaſte zu Rom unter dem Namen Pietra elaſtica aufbewahrt, von **Jaquier** (Gazette litteraire d' Europe d. 12 Sept. 1764.) beſchrieben, und von **Ferber** (Briefe aus Welſchland, S. 110.) für antiken weiſſen Marmor von körniger Structur erkannt werden, deſſen natürlicher Kütt in einigem Grade verwittert ſey. Aber im Jahre 1784 erhielt der Baron **von Dietrich** durch den Mineralienhändler **Dantz** (ſ. *Rozier* Journal de phyſique An. 1784. und **Lichtenbergs** Magazin für das Neuſte aus der Phyſ. III. B. 1 St. S. 53.) ein 10 Zoll langes, 2 Zoll breites und 4 – 5 Lin. dickes Stück Stein, das faſt an jeder Stelle biegſam war, und wieder zurückſchnellte, wenn das eine Ende auf dem Tiſche feſtgehalten, und das andere gehoben ward. Dieſer Stein beſtand aus kryſtalliſchen quarzartigen Körnern, die mit dem Stahle Feuer gaben, und in Glas ſchnitten, mit vielem eingeſprengten Glimmer. Dieſe Steinart bricht in Braſilien in großen Lagern. Die genauern Unterſuchungen der Herren **Brückmann, Crell, Gerhard, Ehrmann** (in **Crells** chem. Annalen 1784. 1785. 1786.) und vorzüglich des Herrn **Klaproth** (Schriften der berl. naturforſch. Geſ. VI. Band, S. 325. in Lichtenbergs Magazin, IV. B. 1 St. S. 50.) haben gelehrt, daß es ein weiſſer mit Glimmer gemiſchter Sandſtein ſey, der aus lauter flachen länglichen Schuppen

von großer Härte beſteht, die ſo in einander greifen, daß ihre Verkettung Gelenke oder Scharniere bildet. Der Stein hat daher keine zähe lederartige Biegſamkeit, ſondern wenn man ihn in aufrechter Stellung ſchüttelt, ſo ſchwankt er mit leiſem Geräuſch hin und her. Die Urſache der Federkraft liegt alſo in der Zuſammenfügung der kleinen Scheibchen, aus welchen die ganze Maſſe, ohne weitere Bindungsmittel, ſo ſonderbar zuſammengefügt iſt.

Steinkohle, Lithanthrax, Carbo foſsilis, *Charbon de terre.* Die Steinkohle iſt ein ſchwarzes, undurchſichtiges, ſprödes, brennbares Mineral, das im Feuer einen ſchwarzen Dampf giebt, und eine Art von Schlacke zurück läßt. Sie wird zu den Erdharzen gerechnet, ſ. **Erdharze**. Oft iſt der Dampf ſchweflicht von eingemengtem Schwefel oder Schwefelkies. Die Glanzkohle hat inwendig metalliſchen Glanz, mit groß muſchlichtem Bruche, die Pechkohle iſt im Bruche muſchlicht und feſt, die Schieferkohle ſchiefrig und zerreiblich.

Die Steinkohle findet ſich nur in Flözgebirgen, am häufigſten in Kalk- und Schieferbergen, oft nahe bey Alaun und Vitriolerzen, bey Salzquellen und Geſundbrunnen, hin und wieder unter Baſalt. Sie macht darinn meiſtens mehrere übereinanderliegende Flötze, die durch dünne Schichten andrer Bergarten getrennt ſind, und mit dem Horizonte bald kleinere, bald größere Winkel machen. Die Kohlen der obern Flötze ſind nicht ſo gut, als die der tiefern; dagegen ſind tiefere Flötze dem Waſſer, und wenn ſie viel eingeſprengten Kies enthalten, den Selbſtentzündungen mehr ausgeſetzt.

Die trokne Deſtillation der Steinkohlen liefert eine große Menge brennbarer Luft und Luftſäure; mit der Vorlage erhält man zuerſt eine flüchtig alkaliniſche wäſſerichte Feuchtigkeit, dann ein empyrevmatiſches Oel, wobey ſich ein flüchtiges Laugenſalz in feſter Geſtalt ſublimirt. Der Rückſtand iſt eine wahre Kohle mit etwas eiſenhaltiger Thonerde. Durch die Abſonderung der flüchtigen Theile wird die Steinkohle zum Gebrauch bey Hüttenarbeiten ge-

ſchickter, und es beruht hierauf das Verkohlen oder uneigentlich ſogenannte Abſchwefeln der Steinkohlen. Die Beſtandtheile dieſes Minerals ſind alſo Phlogiſton, Luftſäure, flüchtiges Laugenſalz, Thonerde und Eiſen; Fett oder Harz findet man nicht darinn.

Die Steinkohle dient vortreflich zur Feurung, indem 7 Pfund von ihr eben ſo viel, als 12 Pfund Büchenholz thun. Man kan das bey der Abſchweflung in Oefen aufgefangene flüchtige Laugenſalz zur Salmiakbereitung, das dünnere Oel zur Erleuchtung, das dickere, als Theer, nützen, auch den bey der Verbrennung aufgeſtiegnen Ruß, wie Kienruß, und das Rückbleibſel zu Mörtel, ſchwarzem Glaſe und Porcellanformen gebrauchen.

Gren ſyſtem. Handbuch der Chemie, II. Th. 2. B. §. 1902. u. f.

Gmelin Grundriß der Mineralogie. Göttingen, 1790. 8. §. 513. u. f.

Sterne, Stellae, *Etoiles*. Unter dieſem Namen begreift man die am Gewölbe des Himmels wahrzunehmenden Körper, mit Ausſchluß der Sonne und des Monds.

Die beyden letztern nemlich, welche ſich ſchon dem bloßen Auge als Scheiben von merklicher Größe darſtellen, und die Oberflächen der Körper erleuchten, nennt man nicht Sterne. Die übrigen erſcheinen weit kleiner, oder doch mit blaſſem trüben Lichte, wenn ſie auch gleich, wie die Kometen, eine merkliche ſcheinbare Größe haben. Dieſe heißen Sterne. Sonne, Mond und Sterne zuſammen werden Geſtirne genannt, ſ. Geſtirne.

Sternbilder, Sternfiguren, Aſteriſmi, Conſtellationes, Imagines ſ. figurae cœleſtes, *Aſteriſmes ou Conſtellations*. Bey der unzählbaren Menge ſolcher Sterne, welche immer einerley Stand gegen einander behalten, ſ. Fixſterne, hat man von uralten Zeiten her mehrere benachbarte unter gewiſſe Bilder zuſammengebracht, um ſie deſto beſſer zu unterſcheiden und andern kennbar zu machen. Noch jetzt bedienen wir uns dieſes Hülfsmittels, und geben

der Kenntniß dieſer Bilder und der zu ihnen gehörigen Sterne den Namen der Aſtrognoſie.

Die bey den älteſten Völkern gewöhnliche Bilderſprache ſcheint dieſen Gedanken erzeugt, wenigſtens begünſtigt zu haben. Nach einer Hypotheſe, welche der Abt Pluche (Hiſtoire du ciel conſiderée ſelon les idees des pöetes, des philoſophes et de Moiſe. Paris, 1739. II. To. 8. Des Herrn Abt Pluche Geſch. des Himmels. Dresden, 1740. 8.) ſinnreich ausführt, ſoll ſich der Urſprung der Sternbilder von den erſten Völkern herſchreiben, welche nach der Sündfluth die Ebne Sinear bewohnten, und vornehmlich die Sterne des Thierkreiſes in Bilder brachten, deren Bedeutung ſich auf die, beym Stande der Sonne in ihnen, vorfallenden Begebenheiten der Viehzucht und des Feldbaus bezieht. Dem ſey, wie ihm wolle, ſo ſind doch die Sternbilder äuſſerſt alt, und werden ſchon im Buche Hiob (Cap. IX. v. 9. Cap. XXXVIII. v. 31. 32.) erwähnt. Die Chaldäer, Babylonier, Egyptier, Phönicier ꝛc. haben ſich unläugbar dieſes Hülfsmittels bedient; auch die Sineſer theilen den geſtirnten Himmel in eine Menge kleiner Bilder, die ihnen von ihren älteſten Vorfahren überliefert ſind.

Die jetzt gebräuchlichen Sternbilder ſind von den Griechen zu uns gekommen, die ſie vielleicht großentheils von ältern Völkern angenommen, aber mit ihrer eignen Mythologie und älteſten Geſchichte in Zuſammenhang gebracht hatten. Nach dieſen griechiſchen Sternbildern richtete Hipparch ſein Verzeichniß ein, ſ. Fixſternverzeichniße, und da uns daſſelbe von Ptolemäus im Almageſt aufbehalten worden iſt, ſo führen die 48 darinn vorkommenden Bilder noch jetzt den Namen der ptolemäiſchen (figuræ Ptolemaicæ.) Sie ſind folgende:

I. Zwölf im Thierkreiſe.

1. Widder	5. Löwe	9. Schütz
2. Stier	6. Jungfrau	10. Steinbock
3. Zwillinge	7. Wage	11. Waſſermann
4. Krebs	8. Scorpion	12. Fiſche.

II. Ein und zwanzig in der nördlichen Halbkugel.

1. großer Bär
2. kleiner Bär
3. Drache
4. Cepheus
5. Caſſiopea
6. Andromeda
7. Perſeus
8. Pegaſus
9. kleines Pferd
10. nordl. Triangel
11. Fuhrmann
12. Bootes
13. nordl. Krone
14. Ophiuchus
15. Schlange
16. Herkules
17. Adler
18. Pfeil
19. Leyer
20. Schwan
21. Delphin

III. Funfzehn in der ſüdlichen Halbkugel.

1. Orion
2. Wallfiſch
3. Eridanus
4. Haaſe
5. kleiner Hund
6. großer Hund
7. Hydra
8. Becher
9. Rabe
10. Centaur
11. Wolf
12. Altar
13. ſüdl. Fiſch
14. Schif Argo
15. ſüdl. Krone.

Hiezu hatte noch **Conon** in Alexandrien das Haar der Berenice geſetzt, auch war das Bild des Antinous erſt ſpäter hinzugekommen (ſ. *Geſner* de Deo bono puero phosphoro in Comm. Soc. Gott. To. IV.). Gewiß ſind mit dieſen Bildern mehrere Veränderungen vorgegangen. Der Scorpion z. B. nahm ſonſt nach einigen den Platz der Wage mit ein; daher heißt er das große Thier (*μέγα θήριον Arat.*), und **Ovid** ſagt von ihm (Metam. L. II.)

Porrigit in ſpatium ſignorum membra duorum.

Virgil aber (Georg. I. 32.) läſt ihn ſeine Scheeren (chelas) einziehen, um der Wage, dem Sinnbilde der Vergötterung Auguſts, Platz zwiſchen ſich und der Jungfrau (Erigone) zu machen.

— novum ſidus te menſibus addas
Qua locus Erigonen inter Chelasque ſequentes
Panditur: ipſe tibi iam brachia contrahit ardens
Scorpius, et caeli iuſta plus parte relinquit.

Dieſe ptolemäiſchen Bilder beſchrieb **Aratus** (*Φαινόμενα καὶ διοσημεῖα* ex ed. *Jo. Felli*, Oxon. 1672. 8.) 250 Jahr v. C. G. in einem Gedichte, welches **Cicero**, **Cäſar Germanicus** und **Avienus** in lateiniſche Hexameter überſetzt haben (Aſtronomica veterum ſcripta iſagogica graeca

et latina. Heidelb. 1589. 8.). Marcus Manilius (Aſtronomicon libr. V. edit. *Regiomontani.* Norimberg. 1473. fol. cum comment. *Joſ. Scaligeri.* Heidelb. 1590. 8. cura *Boecleri.* Argent. 1655. 4. ed. *Bentleji.* 1739. 4.) trug zu den Zeiten Auguſts die Beſchreibungen und aſtrologiſchen Deutungen der Sternbilder in einem nicht übel verſificirten Gedichte vor, worüber Scaliger einen Commentar voll aſtrologiſcher Gelehrſamkeit geſchrieben hat. Die Fabeln der Dichter von dem mythologiſchen Urſprunge eines jeden Bildes findet man beym Hyginus (Poëticon aſtronomicum cum adnot. *Jo. Schefferi* et *Thom. Munkeri.* Hamb. 1674. 8. L. II.) und in der Mythologie des Natalis Comes. Das meiſte aus dieſen alten Schriften hat auch Riccioli (Almageſtum novum. Bonon. 1651. fol.) zuſammengetragen.

Aus kleinern Sternen, die die Alten, ohne ſie in Bilder zu ordnen, zerſtreut gelaſſen hatten (Sporades, informes), haben die neuern Aſtronomen noch mehr Bilder zuſammengeſetzt. So ſtellte Tycho de Brahe in ſeinem Sternverzeichniße das ſchon im Alterthum erwähnte Haar der Berenice und den Antinous wieder her, und Hevel (Firmamentum Sobieſcianum. Ged. 1690. fol.) führte noch folgende Sternbilder ein

1. Sobieſk. Schild	5. Jagdhunde	9. Eidexe
2. Einhorn	6. kleiner Löwe	10. kl. Triangel
3. Camelopard	7. Lynx	11. Cerberus
4. aſtron. Sextant	8. Fuchs mit d. Gans	

Einige neue Sternbilder der ſüdlichen Halbkugel, das Kreuz, die Taube, die große und kleine Wolke ſollen nach Herrn Bode von A. Royer 1679. hinzugeſetzt worden ſeyn. Sie ſtehen aber ſchon auf Bayers 1603 geſtochenen Platten, wo ſie auch nicht etwa erſt in folgenden Zeiten nachgeſtochen ſeyn können, weil ſie in dem dazu gehörigen Texte (Explicatio characterum, Vranometriae tabulis inſculptorum. Auguſtae. 1624. 8. p. 89. & 96.) erwähnt werden.

Die ſüdlichen in Europa unſichtbaren Sterne wurden zuerſt von den portugieſiſchen Seefahrern beobachtet und in

Bilder gebracht. Bayer, der ſie 1603 in ſeine Uranometrie aufnahm, ſchreibt ihre Bildung dem Amerigo Veſpucci, Andrea Corſali, und Pedro von Medina, die genauere aſtronomiſche Beſtimmung dem Petrus Theodori zu. Dieſe ſüdlichen Sternbilder ſind folgende zwölf:

1. Indianer	5. ſüdl. Triangel	9. Waſſerſchlange
2. Kranich	6. Paradisvogel	10. Schwerdfiſch
3. Phönix	7. Pfau	11. fliegender Fiſch
4. Fliege	8. amerikan. Gans	12. Chamäleon

Halley, welcher 1675 unter der Regierung Carls II. die ſüdlichen Sterne auf der Inſel St. Helena genauer beobachtete, ſetzte zu dieſen Bildern noch die Carlseiche hinzu. Der Abt de la Caille aber fand bey den Beobachtungen, welche er von 1750 an auf dem Vorgebirge der guten Hofnung anſtellte, noch Raum für 14 neue ſüdliche Sternbilder, durch welche er das Andenken verſchiedener Künſte und neuerer Erfindungen zu verewigen ſuchte. Dieſe ſind

1. Bildhauer-Werkſtatt	6. Staffeley	11. Lineal und Winkelmaaß
2. Chymiſcher Ofen	7. Seecompaß	
3. Pendeluhr	8. Luftpumpe	12. Teleſkop
4. Rautenförmiges Netz	9. Seeoctant	13. Mikroſkop
5. Grabſtichel	10. Zirkel	14. Tafelberg

Noch ſind zum Andenken merkwürdiger Perſonen und Begebenheiten einzelne neue Sternbilder angegeben worden, z. B. von le Monnier, zum Andenken der Gradmeſſung in Lappland, das lappländiſche Rennthier nahe am Nordpol, und der Einſiedler, ein Vogel zwiſchen der Wage und dem Scorpion; von Herrn de la Lande ein *Meſsier* (Cuſtos meſsium) zwiſchen der Caſſiopea, dem Cepheus und dem Camelopard, Herrn Meſſier (der beſonders durch Kometenentdeckungen berühmt iſt) zu Ehren; vom Abt Poczobut in Wilna der poniatowskyſche Stier, das Familienwappen des Königs in Polen, zwiſchen dem Schlangenmann und Adler; von den berliner Aſtronomen Friedrichs Ehre, ein allegoriſches Bild zum Andenken Friedrichs II. an der Hand der Andromeda.

Gottfried Kirch hatte ſchon 1688 die ſächſiſchen Churſchwerdter und den brandenburgiſchen Scepter an den Himmel verſetzt, welchem letztern Bilde Herr Bode ſeine alte Stelle wieder eingeräumt hat. Neulich hat der P. Hell (Monumenta aere perenniora inter aſtra ponenda. Vienn. 1789. 8.) zu Ehren des Königs von Großbritannien und zum Andenken des Herrn Herſchel noch drey neue Sternbilder, das Pſalterium Georgianum und zwey Teleſkope, in den Thierkreis verſetzt. Dieſe Veränderungen machen, daß man die Anzahl der jetzt gebräuchlichen Sternbilder, die ſich ohngefähr auf hundert erſtreckt, nicht ganz genau angeben kan.

Die Fixſterne ſelbſt, welche in dieſen Bildern vorkommen, werden mit den Buchſtaben des Alphabets ſo bezeichnet, daß man den gröſten oder hellſten die erſten, den von der zweyten, dritten Größe u. ſ. w. der Ordnung nach die folgenden Buchſtaben beylegt. Johann Bayer hat dies zuerſt in Ordnung gebracht, und ſich dabey der griechiſchen Buchſtaben bedient, z. B. α der Leyer, δ des großen Bären ꝛc.; wobey er die lateiniſchen nur zu Hülfe nimmt, wenn das griechiſche Alphabet für ein Sternbild nicht ausreicht. Dieſe Bezeichnung behielt Flamſtead in ſeinen großen Himmelskarten bey, und ſie iſt ſeitdem von den Aſtronomen allgemein angenommen worden. Hevel hat ſie doch nicht gebraucht, und Doppelmayr, der ihm ganz folgt, hat daher die Sterne mit lateiniſchen Buchſtaben in ganz anderer Ordnung bezeichnet, z. B. A der Leyer, C des großen Bärs ꝛc. welches ſehr unbequem iſt, und bey dem häufigen Gebrauche der doppelmayriſchen Karten in Deutſchland, eigne Verzeichniße nöthig macht, worinn beyderley Namen mit einander verglichen werden. Solche Verzeichniße enthalten die Einleitungen zur Sternkenntniß, welche im Artikel Aſtrognoſie angeführt ſind.

Julius Schiller, ein Patricier zu Augſpurg (Coelum ſtellatum Chriſtianum. Aug. Vind. 1627. fol.) fand die heidniſchen Sternbilder anſtößig, und beſetzte den Thierkreis mit den zwölf Apoſteln, die nördliche Halbkugel mit Figuren des neuen, und die ſüdliche mit Bildern des alten

Teſtaments. **Wilhelm Schickard**, Profeſſor zu Tübingen (Aſtroſcopium. Vlm. 1659. 8.) gab wenigſtens den alten mythologiſchen Bildern bibliſche Deutungen. **Erhard Weigel** (Coelum heraldicum. Jenae, 1657. 12.), der ſich um die Verfertigung der Globen ſehr verdient gemacht hat, bildete aus den Sternfiguren Wappen der europäiſchen Fürſten und anderer Stände, z. B. aus der Leyer die Harfe von Irland, aus dem Siebengeſtirn das Einmaleins, als das Wappen der Kaufleute. Da man die Bilder der Alten doch muß kennen lernen, ſo haben alle dieſe Unternehmungen keinen Beyfall gefunden.

Abbildungen der Sternfiguren geben die Himmelskugeln und Sternkarten, von welchen letztern der nächſtfolgende Artikel handlet.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtron. 3te Aufl. Göttingen, 1781. 8. §. 112. u. f.

Bode Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels, an mehrern Stellen.

Sternkarten, Himmelskarten, Mappae coeleſtes ſ. aſtronomicae, *Cartes céleſtes.* Vorſtellungen der Himmelsfläche mit den Sternen und Bildern, oder auch einzelner Theile derſelben, auf ebnen Flächen. Die den ganzen Himmel in zwo Halbkugeln vorſtellen, heiſſen **aſtronomiſche Planiſphäre oder Planiglobien** (Planiſphaeria ſ. Planiglobia coeleſtia) ſ. **Planiſphär.** Bey den Himmelskarten werden dazu gewöhnlich Polarprojectionen gewählt, wobey entweder die Weltpole, oder die Pole der Ekliptik, in die Mitte kommen.

Kleine Theile der Himmelsfläche ſtellt man insgemein ſo vor, als ob ſie ganz eben wären, wie man bey Abbildung kleiner Länder verfährt, ſ. **Landkarten** (Th. II. S. 854.). Ganze Zonen des Himmels, z. B. den Thierkreis, kan man, in Theile zerlegt, eben ſo behandlen, daß die Kreisbogen als gerade Linien dargeſtellt werden, die auf einander ſenkrecht ſtehen oder parallel laufen.

Die beſte Art der Verzeichnung für größere Stücke des Himmels iſt die **Centralprojection.** Man nimmt da-

bey an, das Auge ſtehe im Mittelpunkte, und betrachte die hohle Fläche der Kugel. Auf einer die Kugel berührenden Ebne wird nun jeder Punkt der Kugelfläche da abgebildet, wo die gerade Linie aus dem Auge nach ihm, verlängert die Ebne trift. Die Theorie dieſer Projection lehrt Herr Käſtner (Acta Acad. Mogunt. ad ann. 1776. p. 172.). Man überſieht leicht, daß ſich auf dieſe Art nur Theile, nie völlige Halbkugeln, darſtellen laſſen; auch werden gleiche Diſtanzen am Rande der Vorſtellung größer, als in der Mitte, welches die Geſtalten der Bilder verzerrt, wenn der abzubildende Theil groß iſt.

Da die Theorie der Planiſphäre ſchon von **Ptolemäus** bearbeitet war, ſ. **Planiſphäre**, und ſolche Verzeichnungen der Kreiſe an der Himmelskugel, unter dem Namen der **Aſtrolabien**, bey den Aſtronomen im 16ten Jahrhunderte häufig gebraucht wurden, ſo brachten ſchon die älteſten Verfertiger der Landkarten, **Sebaſtian Münſter**, **Ortelius** u. a. Abbildungen der Geſtirne auf Planiſphäre, in der Folge auch **Blaeu**, **Peter Schenk** und **Gerard Valk**, **Eimmart** u. a. Sie ſind aber nicht alle nach richtigen Projectionen gezeichnet. Richtig entworfene, wenn ſie mit einer der Polhöhe des Orts gemäßen Projection des Horizonts verbunden werden, laſſen ſich völlig, wie die Aſtrolabien, zu Auflöſung vieler aſtronomiſchen Aufgaben gebrauchen. Von dieſer Art ſind die Planiglobien von **Habrecht** (Planiglobium coeleſte et terreſtre. Argentor. 1628. 4. verdeutſcht und mit Horizonten vermehrt von **Johann Chriſtoph Sturm**. Nürnberg, 1666.), **Bartſch** (Planiſphaerium ſtellatum. Argent. 1624. 4. Nürnb. 1684.) **Harris** (Stellarum fixarum hemiſphaerium boreale et auſtrale pro anno 1690. 2 engl. Fuß im Durchmeſſer und ſehr gut gezeichnet), nebſt mehrern neuern, die ich weiter unten anführe.

Unter den Vorſtellungen einzelner Sternbilder zeichnet ſich ganz vorzüglich **Bayers** Arbeit aus (*Jo. Bayeri*, Rhainani J. C. Vranometria, omnium aſteriſmorum continens ſchemata. Aug. Vindel. 1603. fol. maj. rec. Vlm 1661.) wo auf 51 von **Alexander Mair** ſchön geſtochnen Kupferplat-

ten alle Sternbilder der Alten nach Tychons Verzeichniße genau dargeſtellt ſind. Dieſe Tafeln ſtellen die hohle Seite des Himmels vor, da die ältern Planiſphäre die erhabne abbildeten. Hiebey hätten nun auch die Bilder ſo umgekehrt werden ſollen, daß ſie dem Zuſchauer, wie am Himmel ſelbſt, die Vorderſeite zuwendeten, da ſie ihm auf dem Globus den Rücken kehren. Dies hat aber der Künſtler nur bey einigen in Obacht genommen; daher Herkules und Orion beym Bayer die Keule in der linken Hand halten, und in den meiſten Beſchreibungen das pars ſiniſtra wird, was beym **Ptolemäus** dextra iſt. Inzwiſchen iſt dieſer von **Schickard**, **Hevel** und **Flamſtead** gerügte Fehler ohne Folgen, wenn man die Seiten der Bilder nicht nach der Rechten und Linken, ſondern wie es ohnedies üblich und beſtimmter iſt, nach der Ordnung ihres Durchgangs durch den Mittagskreis (humerus *praecedens*, pes *ſubſequens*) oder allenfalls nach der Weltgegend (öſtlicher Fuß u. dergl.) unterſcheidet. **Bayers** Nomenclatur der Sterne iſt allgemein angenommen, und ſein Werk in dieſem Fache claſſiſch. Man erwartete ſeit 1748 eine neue Ausgabe deſſelben von **D. Bevis** in England, zu der die Platten ſchon fertig lagen, die aber durch Streitigkeiten zwiſchen dem Herausgeber und den Erben eines Intereſſenten liegen blieb (ſ. *Bernoulli* Lettr. aſtronomiques. p. 108.). Der Benediktiner und Profeſſor in Salzburg **P. Corbinian Thomas** (Firmamentum Firmianum. Aug. Vindel. 1731. 4.) hat die bayeriſchen Bilder copirt und die Stellen der Sterne auf das Jahr 1730 reducirt.

Hevel fügte ſeinem im Jahre 1690 herausgegebenen Sternverzeichniße einen ſauber geſtochnen Himmelsatlas auf 54 Platten (Firmamentum Sobieſcianum ſ. Vranographia) bey, welche die Sternbilder ſo darſtellen, wie ſie von auſſen betrachtet auf dem Globus erſcheinen. Jede Platte enthält ein Sternbild mit den Theilen der zunächſt angrenzenden. Auch ſind hier die ſüdlichen halleyiſchen und die von Hevel ſelbſt hinzugefügten Sternbilder zu finden; jedoch ohne Buchſtaben, und in ſchwerfälliger gezeichneten Bildern, als beym Bayer.

Die beſten und vollſtändigſten Himmelskarten ſind die von Flamſtead, welche zu ſeiner Hiſtoria coeleſti gehören, und erſt nach ſeinem Tode auf 28 Bogen im gröſten Format (Atlas coeleſtis. Lond. 1729.) herauskamen. Jedes Blatt ſtellt eines oder mehrere Sternbilder mit den Theilen der angrenzenden ſo vor, wie ſie an der hohlen Kugelfläche geſehen werden. Man findet darinn 56 Bilder, ſo weit ſelbige zu Greenwich aufgehen, mit Bayers Buchſtaben, aber mit einer bis auf 2919 vermehrten Anzahl der Sterne. Eine neuere ins kleine gezogne Ausgabe hievon hat Fortin (Atlas céleſte de Flamſteed en 30 Cartes par *Jean Fortin.* à Paris. 1776.) beſorgt, die Platten nach Höhe und Breite auf ein Drittel verkleinert, die neuern Bilder von le Monnier und de la Caille beygefügt, auch 2 Planiſphäre, welche die hohle Seite darſtellen, hinzugeſetzt, nebſt einer Karte, welche dient, ſich die Sterne durch Zuſammenziehung der vornehmſten mit geraden Linien *(Alignement)* bekannt zu machen.

Der Profeſſor Doppelmayr gab im Jahre 1742 in der Homanniſchen Officin zu Nürnberg einen aſtronomiſchen Atlas von 30 Karten heraus, wovon zehn (Num. 16 – 25.) eigentliche Sternkarten ſind. Vier davon ſind Planiſphäre, zwey nach dem Aequator, zwey nach der Ekliptik, abgetheilt, aber nach keiner richtigen Projection gezeichnet. Die ſechs übrigen (Globi coeleſtis in tabulas planas redacti Pars I - VI) ſtellen den Himmel auf ſechs Ebnen vor, welche die Kugel wie ſechs Seiten eines Würfels berühren, ſo daß zwo dieſer Seiten an den Weltpolen, zwo an den Aequinoctialpunkten, und zwo an dem 90ſten und 270ſten Grade des Aequators anliegen. Auf jede dieſer Ebnen iſt die Centralprojection des zugehörigen Theils der Himmelskugel verzeichnet, und ſo der ganze Himmel auf 6 Karten gebracht, wobey freylich das unbequem iſt, daß viele Sternbilder an den Rändern der Karten zerriſſen werden. Dieſe Karten enthalten 1870 Sterne in 75 Bildern nach Hevel, aber ſtatt der bayeriſchen mit eignen lateiniſchen Buchſtaben bezeichnet. Sie ſind unter uns am leichteſten und wohlfeilſten zu haben, empfehlen ſich auch

durch die zweckmäßige Illumination, bey der ſich die gelben Sterne auf blaßblauem Grunde ſehr kenntlich ausheben.

Auf ſechs ſolchen nach der Centralprojection verzeichneten Karten hatte auch ſchon der **P. Pardies** (Paris 1674.) den Himmel vorgeſtellt, welche Abbildungen bey Weigeln zu Nürnberg nachgeſtochen ſind.

Von der Fortinſchen Ausgabe des Flamſteadiſchen Atlas hat Herr **Bode** (Vorſtellung der Geſtirne auf XXXIV Kupfertafeln. Berlin und Stralſ. 1782. in kl. Landkartenformat) eine neue Auflage veranſtaltet, welche durch die Vollſtändigkeit der Verbeſſerungen und Zuſätze alle Wünſche der Kenner befriediget. Sie enthält auſſer den Fortinſchen noch vier neue Karten, wovon zwo die vornehmſten ſternreichen Gegenden des Himmels, ingleichen die Nebelſterne und Sternhäuflein, zwo andere die Himmelskugel für die Zeit der alten Griechen und Römer darſtellen. Die Anzahl der Sterne iſt nach den neuſten und beſten Beobachtungen bis über 5000 vermehrt, und ein ſehr vollſtändiges Verzeichniß beygefügt, wovon ich ſchon bey dem Worte **Fixſternverzeichniße** geredet habe.

Vaugondy gab 1764 Planiſphäre heraus, welche auf zwey großen Blättern die erhabne Seite der Himmelskugel vorſtellen. Die Contours der Bilder ſind roth, die Sterne ſelbſt ſchwarz abgedruckt. Jedes Sternbild iſt noch mit einer Grenzlinie umſchloßen, welche alle dazu gehörige Stene umringt, die ſich oft nicht in die Zeichnung des Bildes ſelbſt hineinzwingen laſſen. Eine neue Ausgabe dieſer Planiſphäre mit vielen Vermehrungen hat **Fortin** 1779 beſorgt.

Des **P. Chryſologue de Gy**, eines Capuciners, Planiſphäre von 2 pariſ. Schuh Durchmeſſer, deren Gebrauch ſein Abregé d'Aſtronomie (Paris 1778. 8.) lehrt, ſtellen ebenfalls die erhabne Seite des Himmels, mit einer ſehr großen Menge, auch ganz kleiner Sterne, mit den bayeriſchen und flamſteadiſchen Buchſtaben, vor. Der Profeſſor **Funk** in Leipzig (Anweiſung zur Kenntniß der Geſtirne auf zwey Planiglobien u. ſ. w. nach Bayer und Vaugondy. Leipzig, 1777. 8.) hat die Vaugondyſchen Karten

umgekehrt, und die hohle Seite dargeſtellt, welches zur Aſtrognoſie allerdings bequemer iſt, und ſelbſt von de la Lande (Aſtr. §. 1738.) vorgezogen wird. Herr Bode (Beſchreibung und Gebrauch einer allgemeinen Himmelskarte, mit einem durchſcheinenden Horizont. Berlin, 1786.) ſtellt auf einer einzigen, 23 rheinl. Zoll im Durchmeſſer haltenden, Scheibe einen ſtereographiſchen Entwurf der hohlen Himmelskugel vom Nordpole bis zum 38ſten Grade ſüdlicher Abweichung, mit mehr als 3000 Sternen dar. Eben dieſe Karte gehört auch als Beylage zu der neuſten Ausgabe ſeiner Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels (Berlin, 1788.). Statt des transparenten Horizonts, den man dazu erhält, verfertigt Herr Höſchel in Augsburg auf Beſtellung gläſerne Horizonte für jede beliebige Polhöhe.

Man hat auch beſondere Karten über die Sterne des Thierkreiſes. Eine ſolche lieferte Senex in England am Ende des vorigen Jahrhunderts (Zodiacus ſtellatus) auf zwey großen Bogen, wo die Sterne nach Flamſteads Beobachtungen bis zu 7¾ Grad der Breite ſehr genau verzeichnet ſind. Dheullands 1755 geſtochne Thierkreiskarte ſtellt die Sterne nach den vollſtändigſten Verzeichnißen bis zum 10ten Grade der Breite vor, und iſt, wie die von Senex, von 15 zu 15 Minuten der Länge und Breite nach, gitterförmig eingetheilt.

Wer Sternkarten brauchen will, um den Himmel kennen zu lernen, wünſcht vor allem, daß ihr Anblick das Auge nicht angreiſe, wenn er genöthigt iſt, im Dunkeln abwechſelnd den geſtirnten Himmel und das vom Lichte erleuchtete Papier zu betrachten. Dieſe ſchöne Eigenſchaft mangelt den meiſten Sternkarten, ſelbſt den beſten und genauſten. Die bläulichilluminirten doppelmayriſchen mit gelben Sternen ſind in dieſer Abſicht weit ſchätzbarer, als manche ſonſt vorzüglichere; auch die vaugondyſchen Planiſphäre zeigen ihre ſchwarzen Sterne bey den rothen Umriſſen der Bilder deutlich genug, nur daß das Papier zu weiß iſt. Ganz vorzüglich, wenigſtens für meine Augen, ſind Abbildungen, welche auf ſchwarzem Grunde die

Linearumriſſe der Bilder und die Sterne ſelbſt weiß zeigen. Ich kenne dergleichen nur in einem einzigen Buche, das auſſerdem nicht den mindeſten Werth hat (M. C. G. Semlers Aſtrognoſia nova. Halle 1742. 8.). Es ſind 35 Platten in Octavformat, von des Verfaſſers Vater verfertiget, und nach einer Anzeige der Vorrede ſchon vorher unter dem Titel Coelum ſtellatum &c. ohne Beſchreibung abgedruckt.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtronomie. Dritte Aufl. §. 118. u. f.

Bode Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. Fünfte Aufl. Berlin, 1788. gr. 8. S. 96 u. f.

Sternkegel, Coniglobia, *Coniglobes*. Vorſtellungen der hohlen Kugelfläche des geſtirnten Himmels, auf der innern Fläche zweener gleichſeitigen Kegel. Da die künſtliche Himmelskugel nur die äuſſere erhabne Fläche darſtellt, und hohle Kugeln, in deren Inneres man ſehen könnte, unbequem ſeyn würden, ſo hat man zur Vorſtellung der hohlen Fläche Kegel dienlich gefunden, die ſich ſehr wohlfeil von Pappe machen laſſen, und zu denen die Netze leicht zu verfertigen ſind. Jede Halbkugel des Himmels füllt die innere Fläche eines ſolchen Kegels ſo aus, daß der Pol in die Spitze, der Aequator in den Umkreis der Grundfläche fällt.

Schickards Aſtroſkop (Aſtroſcopium. Vlm. 1659. 8.), das in Form einer Kramerdute (aromatarii cululli) zuſammengerollt werden ſollte, ſcheint ſchon dahin zu gehören. Herr Käſtner bemerkt auch, auf dem Titelkupfer von Edmund Gunters Werken (5te edit. Lond. 1673.) komme eine Kugel mit Sternen vor, über der ein hohler Kegel hänge.

Die erſten bekanntern Sternkegel ſind die von Joh. Jac. Zimmermann (Coniglobium nocturnale ſtelligerum. Hamb. 1692, deutſch: Beſchreibung der Coniglobiorum &c. Hamb. 1706. 8.), wovon Herr Prof. Klügel bey einem neuen Abdrucke eine ſehr verbeſſerte Ausgabe (Hamb. 1770.) beſorgt hat. Die Platten waren durch die Länge der Zeit

allzumatt geworden; ſonſt iſt die zimmermanniſche Abbildung dem Auge ſo angenehm, daß ſie in dieſer Abſicht zum Muſter dienen kan.

Der Profeſſor **Funk** in Leipzig (Anweiſung zur Kenntniß der Geſtirne vermittelſt zweener Sternkegel. Leipzig, 1770.) lieferte ein paar größere, deren Halbmeſſer der Grundfläche $\frac{1}{4}$ der Höhe ausmacht, die aber die Lagen der Sterne nur obenhin vorſtellen. Vollkommner, und eigentliche Projectionen, ſind ſeine neuern Sternkegel (Anweiſung zur Kenntniß der Geſt. auf zwey Planiglobien und zween Sternkegeln, Leipz. 1777.)

Bey dem allen bleibt die Kegelfläche immer ein ſehr unähnliches Bild einer Halbkugelfläche, beſonders an der Spitze des Kegels, wo die Vorſtellungen allemal verzerrt und undeutlich ausfallen. Die Zeichnung auf der äuſſern Fläche des Globus läſt ſich in der Einbildungskraft ſo leicht umwenden und auf die hohle Fläche übertragen, daß es darum wohl nicht der Mühe lohnt, Kegel ſtatt Kugeln zu gebrauchen, und die Abſicht des wohlfeilen Preißes wird durch ebne Sternkarten eben ſogut, als durch ſolche Kegel, erreicht. Noch unbequemer iſt der Gedanke, die Erdfläche auf Kegeln vorzuſtellen.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtr. 3te Aufl. §. 119. VIII. IX.

Sternkenntniß, ſ. Aſtrognoſie.

Sternkunde, ſ. Aſtronomie.

Sternrohr, ſ. Fernrohr.

Sternſchnuppen, das Sternſchneuzen, Sternſchieſſen, Stella cadens ſ. transvolans, *Etoile tombante, Etoile, qui file.* Sehr oft ſieht man Abends bey heiterm Himmel kleine leuchtende Körper, wie Flammen oder Sterne, bald ſchneller, bald langſamer durch die Atmoſphäre ſchießen, welche wieder verſchwinden oder auf die Erde zu fallen ſcheinen. Bisweilen ziehen ſie einen leuchtenden Schweif nach ſich, und ſcheinen überhaupt von den Feuerkugeln und fliegenden Drachen nur der Größe nach unterſchieden zu ſeyn, ſ. **Feuerkugel**.

Im Frühling und Herbſte iſt dieſes Meteor am häufigſten, und gewöhnlich nur Abends oder in der Nacht ſichtbar, obgleich **Gaſſendi** (Phyſic. Sect. III. L. 2. cap. 7.) auch an einem hellen, ſtillen und warmen Vormittage ein Sternſchneuzen beobachtet hat. Am öfterſten zeigen ſich die Sternſchnuppen in heitern Abenden und in Nächten, die auf ſchwüle Tage folgen, nach **Muſſchenbroek** vornehmlich im Auguſt, wenn die gröſte Hitze vorüber iſt: aber Kraft (Praelect. phyſ. Vol. III. p. 320.) ſahe auch zu Petersburg am 25 Nov. 1741 häufige Sternſchnuppen bey ſtrenger Kälte, wobey das fahrenheitiſche Thermometer auf Null ſtand.

Man giebt vor, die Subſtanz der auf die Erde niedergefallenen Sternſchnuppen unterſucht, und eine gallertartige gelbliche Materie mit ſchwarzen Flecken gefunden zu haben, die in Papier aufbewahrt, endlich vertrocknet, und hart geworden ſey. Solche Beobachtungen von **Robert Fludd** u. a. werden beym **Gaſſendi** erzählt: man hat auch eine ähnliche von **Menzel** (Ephemerides Nat. Curioſ. Centur. II. Ann. 9. Obſ. 72.). Daß Sternſchnuppen wirklich auf die Erde herabfallen, verſichert **Muſſchenbroek** mit eignen Augen geſehen zu haben. Inzwiſchen iſt es ſo leicht nicht, den Ort genau zu beſtimmen, und ſich zu verſichern, daß das gefundene in der That die Subſtanz der Sternſchnuppen ſey; wir würden ſonſt weit mehr und zuverläßigere Beobachtungen darüber haben.

Auch über ihre Höhe im Luftkreiſe läſt ſich nichts gewiſſes angeben. **Brydone** (Tour through Sicily Vol. I. Lettr. 10.) verſichert, das Sternſchießen ſey ihm auf dem Bernhard in der Schweiz und auf dem Gipfel des Aetna noch immer eben ſo hoch erſchienen, als ſonſt, wenn man es auf der flachen Erde betrachte. Dies ſcheint eine große Höhe, wie bey den Feuerkugeln, anzuzeigen.

Ohne Zweifel hat auch dieſes Meteor mit den Feuerkugeln einen ähnlichen Urſprung, obgleich ſchwer anzugeben iſt, welchen, ſ. **Feuerkugel.** **Paracelſus** gab die Sternſchnuppen für Auswürfe der Geſtirne aus; **Merret** und **Morton** hielten ſie für leuchtende Excremente der Vögel;

Muſſchenbroek für ölichten Stof, der durch die Wärme des Tages aufgelöſet in die Höhe ſteige, durch die Kühle des Abends aber verdichtet werde, und entzündet durch ſeine Schwere herabfalle, ob man gleich hiebey nicht ſieht, woher die Entzündung kommen ſoll.

Beccaria (Lettere dell' elettricismo. 1758. 4.) erklärte zuerſt das Sternſchießen für eine blos elektriſche Erſcheinung. Er führt darüber eine artige Beobachtung an. Als er einſt eine Stunde nach Sonnenuntergang mit einem Freunde unter freyem Himmel ſaß, kam eine Sternſchnuppe gerade auf ſie beyde zu, und verſchwand nicht weit von ihnen ſo, daß auf ihren Geſichtern, Händen und Kleidern, auch auf der Erde und allen nahen Gegenſtänden eine ſchwache Erleuchtung oder ein Schein zurückblieb, ohne doch das mindeſte Geräuſch zu machen. Indem ſie hierüber erſtaunten, kam ein Bedienter aus einem benachbarten Garten, und fragte ob ſie nichts geſehen hätten; ihm ſey ein plötzliches Licht erſchienen, beſonders an dem Waſſer, womit er den Garten begoſſen habe. Dieſe Erſcheinungen ſchienen nun offenbar elektriſch, und Beccaria ſetzt noch hinzu, daß er oft auf ſeinen papiernen Drachen in der Luft eine Menge elektriſcher Materie habe zufahren ſehen, welche dem Sternſchießen ſehr ähnlich geweſen ſey; auch ſey der Drache bisweilen mit einer Art von Glorie umgeben worden, von der einiges Licht an dem Orte, den der Drache verlaſſen, zurückgeblieben ſey. Reimarus (Vom Blitze. §. 100. 168.) bemerkt aber gegen dieſe Erklärung ſehr richtig, daß ſich das Sternſchießen in ſeiner Entſtehung, Bewegung und Wirkung gar ſehr vom Blitze und allen elektriſchen Erſcheinungen unterſcheide. Es entſtehe bey heiterer windſtiller Luft, viel höher als die Wolken: es zeige ſich dabey offenbar eine in Brand geſetzte Materie, welche unterwegs Funken ausſprühe; der Lauf weiche auch ſehr von der Bahn eines Wetterſtrals ab, und ſuche nicht die auf der Erde hervorragenden Körper zu treffen. Er geſteht indeß auch, daß er keinen andern recht wahrſcheinlichen Grund dieſes Meteors anzugeben wiſſe.

Die meiſten Naturforſcher erklären die Sternſchnuppen für Wirkungen ölichter oder fetter Dünſte im Luftkreiſe, die ſich entweder wirklich entzünden, oder nur blos leuchten. Nach **Volta** (Briefe über die Sumpfluft a. d. ital. Winterthur, 1778. 8.) hat die brennbare Luft, welche ihrer Leichtigkeit halber in die gröſten Höhen aufſteigt, und mit atmoſphäriſcher Luft vermiſcht, einer Entzündung fähig iſt, großen Antheil an dieſen Erſcheinungen. Auch Herr Gren (Grundriß der Naturl. §. 1006.) erklärt die Sternſchuppen für Entzündungen brennbarer Luftarten in den höhern Gegenden der Atmoſphäre. Es hat nur dabey einige Schwierigkeit, die Urſache der Entzündung anzugeben, wozu man doch elektriſche Funken oder kleine Blitze annehmen müſte. Sollten nicht etwa phoſphoreſcirende Gasarten, die nur leuchten, nicht brennen, ſchon zur Erklärung hinreichend ſeyn? ſ. Irrlichter (Th. II. S. 695.)

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2505. Prieſtley Geſchichte der Elektricität, durch **Krünitz**, S. 235.

Sternſtunden, ſ. Sternzeit.

Sterntag, ſ. Sternzeit.

Sternzeit, Zeit der erſten Bewegung, Tempus primi mobilis, *Temps méſuré par la revolution des etoiles*. Die durch den täglichen Umlauf der Fixſterne, oder durch die tägliche Umdrehung der Erde, abgemeſſene Zeitdauer, mit ihren Eintheilungen.

Wenn man vermittelſt eines Uhrwerks, das eine gleichförmige Bewegung hat, die Zeit zwiſchen zween Culminationen eines Fixſterns mißt, ſo findet man ſie allemal eben ſo groß, als die Zeit zwiſchen jedem Paare anderer Culminationen eben des Sterns, oder auch jedes andern Fixſterns. Dies iſt nemlich der Zeitraum, in welchem die Erde ihre Umdrehung um die Axe gerade einmal vollendet hat. Daß dieſe Umdrehungszeit der Theorie nach immer gleich bleiben müſſe, was auch für Kräfte auf die Bewegung der Erde wirken mögen, zeigt eine Preißſchrift von **Paul Friſi** (Diſſ. ſur le mouvement diurne de la terre.

Berlin, 1756.). Die Beobachtungen ſelbſt haben auch bisher noch keine Ungleichheit oder Veränderung in derſelben zu erkennen gegeben. Dieſen immer gleichen und von Natur unveränderlichen Zeitraum nennt man nun den **Sterntag** (dies primi mobilis ſ. fixarum), und theilt ihn in 24 **Sternſtunden**, dieſe in 60 Minuten, die Minute in 60 Secunden Sternzeit ein.

Da die Umdrehung der Erde mit gleichförmiger Geſchwindigkeit geſchieht, und in 24 Sternſtunden alle 360 Grade des Aequators durch den Meridian (und jeden andern Stundenkreis) gehen, ſo folgt, daß in jeder Stunde 15 Grad, in jeder Minute 15′, in jeder Secunde 15″ des Aequators (und jedes Tagkreiſes) durchgehen: ingleichen, daß jeder Grad, um ſich durchzuſchieben, 4 Minuten, jede Minute des Bogens 4 Secunden u. ſ. w. Zeit braucht, worauf ſich die Verwandlung der Bogen des Aequators in Sternzeit, und dieſer in Bogen des Aequators gründet, ſ. Aequator.

Uhren, welche Sternzeit zeigen ſollen, müſſen alſo zwiſchen jeden zwoen auf einanderfolgenden Culminationen eines Fixſterns genau 24 Stunden angeben.

Im gemeinen Leben, wo man ſich nach der Sonne richten muß, iſt die Sternzeit nicht brauchbar. Wie die Sonnenzeit von ihr unterſchieden ſey, ſ. beym Worte Sonnenzeit. Die wahre Sonnenzeit iſt jeden Tag eine andere; was die mittlere betrift, ſo beträgt

der mittl. ☉ tag . .	24 St.	3 Min.	56,3 Sec.	Sternzeit
der Sterntag	23	56	4	mittl. ☉zeit

Wenn man das Vorrücken der Nachtgleichen in Betrachtung zieht, ſo läſt ſich noch ein feiner Unterſchied zwiſchen Sternzeit und Zeit der erſten Bewegung machen. Die letztere iſt alsdann diejenige, die nach den Culminationen der Aequinoctialpunkte, oder überhaupt der Punkte der Ekliptik, abgemeſſen wird. Da aber die Nachtgleichen jährlich nur 50″ fortrücken (welcher Bogen, um ſich durch den Meridian zu ſchieben, 200 Tertien Zeit braucht), ſo iſt dieſer Tag der erſten Bewegung nur um $\frac{200}{365}$ oder et-

wa $\frac{5}{9}$ einer Tertie kürzer, als der Sterntag; alſo ſind beyde für uns nicht zu unterſcheiden.

Käſtner Anfangsgründe der Aſtron. 3te Aufl. §. 80. 125. XI. u. f.

Stetigkeit, Continuitas, *Continuité.* Eine Größe heißt ſtetig, wenn alle ihre Theile ohne Unterbrechung an einanderliegen, d. i. wenn ſich zwiſchen dem Ende des einen und dem Anfange des nächſten andern Theils nichts befindet, was nicht mit zur Größe ſelbſt gehörte. Solche ſtetige Größen (continua) ſind die Ausdehnungen, welche die Geometrie betrachtet, die körperlichen Räume, Flächen und Linien, ſ. Ausdehnung. Dieſe Eigenſchaft macht die Stetigkeit bey nebeneinander liegenden Theilen, bey coexiſtirenden Dingen (ſimultaneis), aus.

Man kan ſich aber auch bey aufeinanderfolgenden Zuſtänden oder Veränderungen der Dinge (ſucceſſivis) Stetigkeit gedenken, wenn die Veränderung ſo erfolgt, daß in der Reihe nacheinander folgender Zuſtände keiner von dem nächſten durch beſtimmte Grenzen abgeſondert iſt; oder wenn die Veränderung nicht ſprungweiſe (per ſaltum) durch merklich unterſchiedene Stufen geſchieht, ſondern allmählig (ſenſim) von jedem Zuſtande zum andern durch alle mögliche dazwiſchenfallende Zuſtände übergeht, welche ſich als unendlich viele, aber unendlich wenig unterſchiedene, Stufen betrachten laſſen.

Daß nun alle Veränderungen in der Natur wirklich ſo allmählig erfolgen, hat man von alten Zeiten her angenommen, und durch den Grundſatz: Natura non facit ſaltum, ausgedrückt. In neuern Zeiten iſt dieſer Satz das Geſetz der Stetigkeit (lex continui ſ. continuitatis) genannt, und von den meiſten als ein in aller Strenge ausgemachtes Naturgeſetz betrachtet worden.

Man hat demzufolge allgemein behauptet, daß keine Veränderung von beſtimmter Größe in der Natur plötzlich geſchehen könne, ſondern allemal durch unendlich kleine Stufen gehen müſſe. Man hat ſich verſtattet, alles zu verwerfen, was mit dieſem Geſetze im Widerſpruche ſteht.

Da ſich z. B. beym Stoße vollkommen harter Körper die Geſchwindigkeit im Augenblicke des Stoßes plötzlich ändern muß (ſ. Stoß der Körper), ſo iſt dieſes für einige Mathematiker, z. B. Johann Bernoulli und Euler, hinreichend geweſen, die Möglichkeit aller vollkommen harten Körper an ſich zu läugnen. Daß es unter den bekannten zuſammengeſetzten Körpern keine vollkommen harten giebt, lehrt auch die Erfahrung; inzwiſchen müſſen doch die Atomen, oder erſten Theile der Materie, wenn es dergleichen giebt, vollkommen hart gedacht werden, ſ. Hart. Sind alſo vollkommen harte Körper an ſich unmöglich, ſo kan es auch keine Atomen geben, und die Materie muß ins Unendliche theilbar ſeyn. So hat Euler geſchloßen, und wenn das Geſetz der Stetigkeit in völliger Schärfe und Allgemeinheit erwieſen wäre, ſo müſte man entweder dieſen ganzen Schluß zugeben, oder mit Boſcowich (De viribus vivis in Comm. Bononienſ. To. II. Part. II.) annehmen, der Stoß der Körper geſchehe gar nicht durch Berührung und Undurchdringlichkeit, ſondern durch anziehende und repellirende Kräfte, welche die Geſchwindigkeiten der Körper während ihrer Annäherung allmählig änderten, etwa wie bey der Brechung des Lichts die Richtung der Stralen nicht plötzlich in der brechenden Fläche ſelbſt, ſondern durch die Anziehung der Mittel allmählig geändert wird.

Aber iſt denn wohl das Geſetz der Stetigkeit in ſolcher Strenge und Allgemeinheit als wahr erwieſen? Was die Stetigkeit im Gleichzeitigen (in ſimultaneis) betrift, ſo iſt ganz unläugbar, daß die Materie den geometriſchen Raum nur auszufüllen ſcheint, keinesweges aber wirklich mit Stetigkeit erfüllt. Eben dadurch wird die Möglichkeit von Atomen begreiflich ſ. Ausdehnung (Th. I. S. 202. 203.). Die Stetigkeit im Succeſſiven könnte wohl auch nur Schein ſeyn, und in dieſem Falle würde Eulers ganzes Argument wider die Atomen wegfallen; denn man würde das Geſetz der Stetigkeit nur da anwenden dürfen, wo die Erfahrung zeigt, daß es mit den Phänomenen übereinſtimmt. Und ſo verhält ſich die Sache in der That; denn am Ende iſt ja alles, was uns die Sinne von der Körper-

welt lehren können, nur ſinnlicher Schein, ſ. Phänomene.

In unzählbaren Fällen ſehen wir freylich die Veränderungen, die die Natur hervorbringt, allmählig und ohne plötzliche Sprünge erfolgen. Der bewegte Körper wird nicht plötzlich aus A nach B verſetzt, ſondern muß eine ganze zuſammenhängende Reihe von Stellen durchlaufen, welche zwiſchen A und B liegen; der fallende Körper erhält ſeine letzte Geſchwindigkeit nicht auf einmal, ſondern muß vorher durch alle mögliche geringere Grade der Geſchwindigkeit durchgehen; der von Centralkräften getriebene Körper bricht ſeinen Weg nicht eckigt ab, ſondern ändert ſeine Richtung mit ſtetiger Krümmung; das Thermometer ſpringt nicht vom Eispunkte zum Siedpunkte, ohne alle dazwiſchen fallende Grade zu durchlaufen, u. ſ. w. Dies geht ſo weit, daß nach Herrn **Käſtners** Bemerkung ſelbſt der Dichter der Verwandlungen die Wahrſcheinlichkeit beleidigen würde, wenn er ſeine Daphne und Niobe nicht allmählig in Bäume oder Felſen übergehend (arboreſcentem et lapideſcentem) ſchilderte, und daß plötzliche Umſchaffungen von Menſchen in Thiere oder Steine nur für die Zauberer der Feenmährchen und chineſiſchen Schatten ſchicklich ſind.

Wo nun in einer Reihe nach einander folgender Zuſtände kein Sprung durch beſtimmte Stufen wahrgenommen wird, da iſt es nicht allein verſtattet, ſondern ſogar nothwendig, das Geſetz der Stetigkeit anzunehmen, und die Berechnungen und Schlüſſe dem gemäß einzurichten, z. B. bey der Beſchleunigung des Falles durch die Schwere, bey Beſtimmung des Weges geworfener oder durch Centralkräfte getriebener Körper u. dergl. Hierauf beruhen alle Anwendungen der Infiniteſimalrechnung auf dieſe Fälle, deren Reſultate ſo ſchön mit der Erfahrung übereinſtimmen, ſ. **Bewegung** (Th. I. S. 333, 334.), **Schwere** (Th. III. S. 901.). Wollte man nemlich die Schwere ſtoßweiſe mit dazwiſchen fallenden Pauſen wirken laſſen, ſo würde alle Möglichkeit der Berechnung aufhören, weil niemand ſagen könnte, wie ſtark die Stöße ſind, und wie lang die Pauſen dauren. Inzwiſchen wird ein vorſichtiger

Naturforſcher ſelbſt in dieſen Fällen nicht vergeſſen, daß die angenommene Stetigkeit, wie alles, was die Sinne zeigen, nur Phänomen iſt. Er wird alſo nicht läugnen, daß in der **Wirklichkeit** die Schwere gar wohl durch Stöße bewirkt werden könnte u. ſ. w.

Wo nun vollends aus der Natur der Sache erhellet, daß dem jetzigen Zuſtande nicht jeder andere nach Gefallen nachfolgen könne, ſondern daß ſogleich ein gewiſſer beſtimmter folgen müſſe, der ſich von jenem auf eine Art, die ſich angeben läſt, unterſcheidet, da hat man ja gar keine Veranlaſſung mehr, das Geſetz der Stetigkeit anzunehmen. Und blos um dieſes Geſetzes willen, das doch nur aus Erſcheinungen abſtrahirt iſt, und in der wirklichen Welt vielleicht gar nicht ſtatt hat, kan man doch nicht alle dergleichen Fälle für unmöglich erklären. Beym Stoße harter Körper lehrt die Natur der Sache, daß Nichts übrig bleibt, wenn im Augenblicke der Berührung gleiche entgegengeſetzte Bewegungen einander aufheben. Die Ruhe, die nun erfolgt, iſt eine nothwendige Folge davon, daß von einer Bewegung Nichts zurück bleibt, wenn ſo viel von ihr weggenommen wird, als ihr gleich iſt. Hier iſt klar, daß kein anderer, als der **beſtimmte Zuſtand** der Ruhe, folgen kan. Wie aber Ruhe plötzlich auf Bewegung folgen könne, iſt um nichts unbegreiflicher, als wie geringere Geſchwindigkeit auf größere folgt. Eine unendliche Reihe mittlerer Zuſtände kan an ſich keine Verwandlung begreiflicher machen, als ſie ohnehin ſchon iſt, wenn ſich eine zureichende Urſache derſelben findet; denn unendlich kleine Stufen bleiben doch immer auch Stufen, wie Herr von **Maupertuis** (Mém. de Berlin 1746. p. 284.) richtig erinnert.

Das Geſetz der Stetigkeit gehört alſo zu den Kleidern der Dinge, an die wir uns wohl da halten können und müſſen, wo uns die Wirklichkeit undurchdringlich damit umhüllt erſcheint; die wir aber nicht für Wirklichkeit ſelbſt halten, und noch weniger ſolchen Dingen umhängen dürfen, an denen wir ſie nicht ſehen.

Kaeſtner Diſſ. de lege continui in natura. Lipſ. 1750. 4. Ebend. Anfangsgr. der höhern Mechanik. 3ter Abſchnitt. §. 183 u. f.

Stillſtände der Planeten, Stationes planetarum, *Stations des planetes.* Wenn ein Planet aus dem rechtläufigen Gange in den rückläufigen, oder aus dieſem wieder in jenen übergeht, ſo giebt es allemal eine kleine Zwiſchenzeit, während welcher er gar nicht merklich im Thierkreiſe fortzurücken, oder ſeine geocentriſche Länge nicht merklich zu ändern ſcheint. Man nennt ihn alsdann **ſtillſtehend** (ſtationarius, *ſtationnaire.*). Seine Breite kan ſich während des Stillſtands, wenn er dem Knoten nahe iſt, merklich ändern. Der Grund dieſer Stillſtände liegt in der Bewegung der Erde, welche ſich alsdann mit der Bewegung des Planeten ſelbſt ſo combinirt, daß die Geſichtslinien aus der Erde in den Planeten eine Zeit hindurch eine parallele Lage behalten.

Stof, ſ. **Materie.**

Stoß der Körper, Conflictus ſ. Colliſio corporum, Percuſſio, Impactus, Impulſus, *Choc des corps, Colliſion, Percuſſion.* Wenn ein Körper ſeine Bewegung nicht fortſetzen kan, ohne einen andern vor ſich aus der Stelle zu treiben, ſo ſagt man, er **ſtoße** den letztern (percutere corpus, impingere in corpus, *choquer, heurter*). Dadurch wird der Zuſtand beyder, in Abſicht auf Ruhe und Bewegung, geändert. Es ſcheint gleichſam ein Theil der Bewegung des einen in den andern überzugehen; man nennt daher, was hier vorgeht, auch **Mittheilung der Bewegung** (Communicatio motus, *Communication du mouvement*).

Geht die Linie, nach der ſich des ſtoßenden Körpers Schwerpunkt bewegt, auch durch des andern Körpers Schwerpunkt, ſo heißt der Stoß **central**, ſonſt **eccentriſch**. Steht die erwähnte Linie auf der Ebne, in der ſich beyde Körper berühren, ſenkrecht, ſo heißt der Stoß **gerade** (directus); ſonſt **ſchief** (obliquus). Es kömmt zwar hiebey nicht auf die Schwere, ſondern auf die träge

Maſſe der Körper, an; daher der genannte Punkt ſchicklicher **Mittelpunkt der Maſſe** oder (nach **Königs** Vorſchlage, De centro inertiae in Act. Erud. Lipſ. Jan. 1738. p. 35.) der **Trägheit** heiſſen könnte. Er iſt aber einerley mit dem Schwerpunkte der Körper, ſ. **Mittelpunkt der Maſſe** (Th. III. S. 254).

Um alles zu entfernen, was die Unterſuchung des Stoßes erſchweren könnte, nehmen wir Körper an, die durchaus von einerley Materie ſind, und regelmäßige Geſtalten haben, wo ſich alſo der Schwerpunkt leicht finden läſt, z. B. Kugeln, Würfel. Wir ſetzen auch, daß ſich alle Punkte dieſer Körper nach parallelen Richtungen (ohne Umdrehung um eine Axe) bewegen. Unter dieſen Vorausſetzungen ſollen nun zuerſt die Geſetze des geraden Stoßes unelaſtiſcher und elaſtiſcher Körper, nebſt einer kurzen Geſchichte ihrer Erfindung, vorgetragen werden. Dann wird ſich auch vom ſchiefen Stoße und andern hiemit verwandten Lehren etwas hinzufügen laſſen.

Geſetze des Stoßes unelaſtiſcher Körper.

Wenn die vollkommen harten Maſſen M und m mit den Geſchwindigkeiten C und c **gerade gegen einander** ſtoßen, und ſich die Geſchwindigkeiten verkehrt, wie die Maſſen, verhalten, daß MC = mc iſt; ſo hat eine ſo viel Größe der Bewegung, als die andere, ſ. **Bewegung** (Th. I. S. 328.), und beyde Bewegungen ſind einander entgegengeſetzt. Wegen der Undurchdringlichkeit der Maſſen und ihrer Härte, die ihre Geſtalt nicht ändern läſt, kan keine von beyden Bewegungen fortgeſetzt werden, ohne die andere aufzuheben. Daher werden beyde, als entgegengeſetzte, ſonſt gleiche, Größen einander aufheben. Dies muß im Augenblicke der Berührung **plötzlich** geſchehen; denn vor dieſem Augenblicke hindert noch keine Bewegung die andere, in demſelben hindern ſich auf einmal beyde zugleich.

Sind die Geſchwindigkeiten C, c, in einem andern Verhältniße, und daher nicht MC = mc; ſo wird die klei-

nere Bewegung (welches mc ſeyn mag) aus der größern nur ſoviel, als ſie ſelbſt beträgt, aufheben. Alſo behält M von ſeiner vorigen Bewegung MC noch den Ueberreſt MC — mc, mit dem ſie in ihrer Richtung fortgehen will. In dieſer Richtung aber liegt jetzt die Maſſe m vor ihr: denn beym Stoße waren beyde an einander, und nichts iſt vorhanden, das ſie getrennt hätte. Dieſe Maſſe m iſt zwar nun bewegungslos, aber immer noch träg, und kan daher von M nicht ohne Anwendung einiger Gewalt vor ſich fortgeſchoben werden. Weil dieſe Gewalt auf das Fortſchieben des m verwendet wird, ſo kan ſie nicht mehr auf die Bewegung von M ſelbſt wirken; daher kan M nicht mehr ſo ſchnell fortgehen, als wenn m nicht da, oder nach dem Stoße plötzlich vernichtet wäre. Mithin muß M eine andere Geſchwindigkeit = x erhalten, mit welcher nun beyde Maſſen M + m zuſammen fortgehen. Man kan ſich alſo vorſtellen, die noch vorhandne Bewegung MC — mc ſey die Größe der Bewegung einer Maſſe M + m mit der Geſchwindigkeit x. Hieraus folgt MC — mc = (M + m)x, oder

$$x = \frac{MC - mc}{M + m}$$

d. i. **Nach dem Stoße gehen beyde Maſſen zuſammen nach der Richtung fort, nach welcher zuvor die gieng, welche die gröſte Bewegung hatte, und ihre Geſchwindigkeit iſt** $= \frac{MC - mc}{M + m}$.

Dieſe Formel giebt x = 0, wenn MC = mc, dem vorigen gemäß. War m vor dem Stoße in Ruhe, oder c = 0, ſo folgt die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit nach dem Stoße $= \frac{MC}{M + m}$. Iſt die Maſſe M unendlich groß, daß m gegen M verſchwindet, ſo iſt die Geſchwindigkeit nach dem Stoße $= C - \frac{mc}{M}$, d. h. die Geſchwindigkeit einer unendlich großen Maſſe wird durch den Stoß unend-

lich wenig vermindert, und wenn C = o, oder die große Maſſe ruht, ſo wird eine Geſchwindigkeit — $\frac{mc}{M}$, d. i. eine unendlich kleine nach der Richtung des ſtoßenden Körpers erzeugt. Eine Erläuterung hiezu iſt, wenn man mit einem Hammer an einen großen Felſen ſchlägt, oder wenn ein ſchwerer Körper auf den Erdboden fällt, von welchem Falle ſchon Descartes (Epiſt. To. II. ep. 94.) ſagt: „Je „crois, que lorsqu' un homme ſe promene, il fait tant „ſoit peu mouvoir toute la terre.“ Nemlich jeder Stoß bewegt jede Maſſe, nur zuweilen mit ſehr kleiner, oder gar verſchwindender Geſchwindigkeit. Sind die Maſſen gleich, ſo wird die Geſchwindigkeit nach dem Stoße $\frac{1}{2}(C - c)$.

2. Wenn die Maſſen M und m ſich nicht nach entgegengeſetzten, ſondern nach einerley Richtung, bewegen, aber die nachfolgende (welches M ſeyn mag) mehr Geſchwindigkeit hat, und die vorgehende m einholt, ſo wird M vom Augenblicke der Berührung an ſich beſtreben, das langſamere m ſchneller fortzuſchieben. Dadurch aber wird es etwas von ſeiner eignen Bewegung verlieren, m hingegen wird eben ſo viel gewinnen, bis nun beyde Maſſen M + m mit einerley Geſchwindigkeit x fortgehen. Alsdann iſt die Größe der Bewegung (M + m) x, welches = MC + mc ſeyn muß, weil von den Bewegungen MC und mc nichts verlohren gegangen iſt. Folglich iſt

$$x = \frac{MC + mc}{M + m}$$

oder: **Nach dem Stoße gehen beyde Maſſen zuſammen nach der vorigen Richtung mit der Geſchwindigkeit $\frac{MC + mc}{M + m}$.**

Dieſe Formel läſt ſich als die allgemeine anſehen, wenn man Geſchwindigkeiten nach entgegengeſetzten Richtungen algebraiſch als entgegengeſetzte Größen betrachtet. Für den Fall in Num. 1. muß man alsdann c ne-

gativ ſetzen, ſo verwandlet ſich die Formel in die dort gefundene.

Sind bey Körpern, die nach einerley Richtung gehen, die Maſſen gleich, ſo iſt die Geſchwindigkeit nach dem Stoße $= \frac{1}{2}(C + c)$. Sind die Geſchwindigkeiten gleich, ſo holen ſich bey Num. 2 die Maſſen nicht ein, und es erfolgt gar kein Steß; bey Num. 1 iſt die Geſchwindigkeit nach dem Stoße alsdann $= \frac{M - m}{M + m}. C.$

3. **Die Veränderungen der Geſchwindigkeit**, welche beyde Maſſen erleiden, indem ſich C und c beyde in x verwandlen, ſind $C - x$ und $x - c$, wo man, wenn für x ſein Werth aus der allgemeinen Formel geſetzt wird,

$$C - x = m. \frac{C - c}{M + m}$$

$$x - c = M. \frac{C - c}{M + m}$$

findet. **Beyde verhalten ſich alſo verkehrt, wie die Maſſen.** Bey entgegengeſetzten Bewegungen hat man blos $C + c$ ſtatt $C - c$ zu ſetzen.

Aus dieſem Satze folgt auch $m(x - c) = M(C - x)$

4. **Die Veränderungen der Bewegung** beyder Maſſen finden ſich, wenn man die Veränderungen der Geſchwindigkeiten durch die Maſſen M und m multiplicirt. Dadurch erhält man für beyde

$$\frac{Mm}{M + m}. (C - c),$$

wo beym Begegnen ebenfalls $C + c$ ſtatt $C - c$ zu ſetzen iſt. **Alſo leiden beyde Maſſen gleiche Veränderungen ihrer Bewegung;** die weniger bewegte gewinnt eben das, was die mehr bewegte verliert. Dies rechtfertigt den Gebrauch des Wortes Mittheilung, ſ. **Mittheilung** (Th. III. S. 261).

Betrachtet man Bewegungen nach entgegengeſetzten Richtungen algebraiſch als Größen, die einander vermindern, ſo iſt der Satz wahr, daß der Stoß harter

Körper in der Größe der Bewegungen nichts ändert. Sieht man aber arithmetiſch alle Bewegung, nach welcher Richtung ſie auch gehe, für reel oder poſitiv an, ſo gilt der Satz nur dann, wenn ſich die Körper folgen; für Körper, die ſich begegnen, iſt alsdann die Bewegung nach dem Stoße, dem arithmetiſchen Unterſchiede der Bewegungen vor dem Stoße gleich.

5. Sind die beyden Körper nicht hart, ſondern **weich**, ſo wird das in der Wirkung beym Stoße weiter keine Aenderung machen, als daß dabey zugleich die Geſtalt der Körper geändert wird, und daß die Veränderung der Bewegung nicht plötzlich, ſondern nach und nach (auch nicht unmittelbar durch Undurchdringlichkeit und Härte, ſondern mittelbar durch Aenderung der Geſtalt) geſchieht. Die Theile, die zuerſt in Berührung kommen, werden einander ausweichen, und jeder Körper wird in den andern Eindrücke machen, ſo daß ſich jedes Bewegung allmählig ändern kan. Eben das wird geſchehen, wenn auch nur ein Körper weich, der andere hart iſt, wobey die Aenderung der Geſtalt nur den weichen betrift. Daher gelten die angeführten Geſetze für alle **unelaſtiſche Körper**, harte und weiche, überhaupt.

Völlig unelaſtiſche Körper giebt es nicht in der Natur, wohl aber Materien von ſehr ſchwacher Elaſticität, z. B. Bley, ungebrannten Thon u. dergl. Man pflegt daher die angeführten Geſetze durch Verſuche mit Bley- oder Thonkugeln zu beſtätigen, ſ. Percuſſionsmaſchine.

Geſetze des Stoßes elaſtiſcher Körper.

Sind die Maſſen M und m elaſtiſch, ſo werden ſie anfangs eben die Veränderungen beym Stoße leiden, wie die weichen. So bald aber der Stoß vollendet iſt, wird die Federkraft ihre Geſtalt wiederherſtellen, und dadurch eine neue Veränderung in ihren Bewegungen verurſachen. Bey Vorausſetzung **vollkommner Elaſticität** wird die vorige Geſtalt völlig hergeſtellt, wobey die Zurückwirkung von m auf M eben ſo groß ſeyn muß, als vorher die Wir-

kung von M auf m war, nemlich = m (x — c), aber nach der entgegengeſetzten Richtung gekehrt, oder mit dem Zeichen — begleitet. Hingegen wird die Zurückwirkung des elaſtiſchen M auf m ſo groß ſeyn, als vorher die Wirkung von m auf M war, oder = M (C — x), aber ſie wird nach der entgegengeſetzten Richtung gehen, und alſo (weil in der allgemeinen Formel die Wirkung der eingeholten Maſſe m auf die einholende M der poſitiven Geſchwindigkeit beyder entgegengekehrt, oder negativ war) jetzt das Zeichen + erhalten müſſen. Verbindet man dieſe Zurückwirkungen mit den vorigen Größen der Bewegung, ſo findet man die Bewegungen der elaſtiſchen Körper nach dem Stoße.

Zwar ſtreiten die Wirkung des einen Körpers und die Federkraft des andern während der ganzen Zeit des Stoßes beſtändig gegeneinander; man kan aber die Veränderungen in der Reihe, wie ſie wirklich aufeinander folgen, nicht deutlich überſehen. Man ſtellt ſich alſo den Stoß, wie er bey vollkommen harten Körpern ſeyn würde, als vollendet vor, und betrachtet nachgehends, was die Federkraft in ſeinen Folgen ändert — wie man etwa die ganze Ausgabe eines Jahrs am Ende deſſelben von der ganzen Einnahme auf einmal abzieht, und doch den Beſtand richtig findet. Daraus fließen nun folgende Geſetze.

1.) Wären beyde Maſſen hart, ſo wären die Bewegungen nach dem Stoße für M = Mx, für m = mx. Durch das gegenſeitige Zurückwirken der Federkraft entſteht in M die Veränderung — m (x — c), in m die +M(C — x). Es iſt aber m(x — c) = M(C — x), nach den Geſetzen des Stoßes harter Körper bey Num. 3. Daher ſind die **Größen der Bewegung nach dem Stoße**

für M . . Mx — M (C — x) = M (2x — C)

für m . . mx + m (x — c) = m (2x — c)

2.) **Man nenne die Geſchwindigkeiten nach dem Stoße** V und v, daß alſo die Größen der Bewegungen nach demſelben MV und mv werden.

Nun iſt nach Num. 1. MV = M (2x — C) und mv = m (2x — c). Alſo ſind **die Geſchwindigkeiten nach dem Stoße**

$$V = 2x - C \text{ und } v = 2x - c.$$

Man kan noch für x ſeinen Werth $\frac{MC + mc}{M + m}$ ſetzen, und ſo die Formeln

$$V = \frac{(M - m) C + 2mc}{M + m} \text{ und } v = \frac{(m - M) c + 2MC}{M + m}$$

erhalten.

3.) Es iſt nöthig, dieſe in der gröſten Allgemeinheit abgefaßten Ausdrücke durch Anwendung auf beſondere Fälle zu erläutern.

a.) Beyde Körper gehen nach einerley Richtung ſo, daß m der vorangehende, M der nachfolgende iſt. Hier ſind c und x beyde poſitiv, und c muß, wenn ein Stoß erfolgen oder m von M eingeholt werden ſoll, kleiner als C ſeyn. Was die Maſſen betrift, ſo kan es drey Fälle geben. Nemlich M iſt entweder $>$ m, oder $=$ m, oder $<$ m.

Für den erſten Fall, wo die nachfolgende Maſſe M die gröſte iſt, wird, wie man leicht überſieht, 2x größer, als C, mithin um ſo mehr größer, als c. Daher ſind V und v auch beyde poſitiv, und $v > V$. **Beyde Maſſen behalten ihre vorige Richtung, aber die kleinere (vorher langſamere) geht nun ſchneller voraus.**

Für den zweyten Fall, wo die Maſſen gleich ſind, wird $2x = C + c$, alſo $V = c$ und $v = C$. **Beyde Maſſen bleiben in der vorigen Richtung, aber ſie verwechſeln ihre Geſchwindigkeiten.**

Für den dritten, wo $M < m$, bleibt zwar 2x immer größer, als die kleinere Geſchwindigkeit c, alſo bleibt v immer poſitiv, und der größere vorangehende Körper behält ſeine vorige Richtung. Was aber V betrift, ſo iſt es nur dann poſitiv, wenn $2x > C$, oder $2mc > (m - M) C$ iſt. Iſt $2x = C$, ſo bleibt **der nachfolgende Körper nach dem Stoße in Ruhe, und der vorangehende erhält die Geſchwindigkeit** $C - c$. Iſt endlich $2x < C$, ſo wird V negativ, und **der nachfolgende kleinere Körper wird reflectirt,** oder ſpringt nach dem Stoße zurück,

aber mit der Geſchwindigkeit $C - 2x$, oder allemal langſamer, als er vor dem Stoße gieng.

b.) Die Körper begegnen ſich nach entgegengeſetzten Richtungen, wo c als negativ angeſehen wird. Legt man hier M und C allemal demjenigen Körper bey, der die gröſte Bewegung hat, ſo bleibt immer $MC > mc$, und man hat den Vortheil, daß x immer poſitiv iſt. Daher wird auch v oder $2x - c$ immer poſitiv, weil c ſelbſt etwas Negatives iſt. Der Körper alſo, der die ſchwächere Bewegung hat, bekömmt nach dem Stoße eine poſitive Geſchwindigkeit $= 2x + c$, da er vor demſelben eine negative $= - c$ hatte. Oder: Der ſchwächer bewegte Körper ſpringt allemal zurück, und zwar ſchneller, als er anſtieß.

Was den ſtärker bewegten betrift, ſo iſt ſeine Maſſe M entweder $< m$, oder $= m$, oder $> m$. Für den erſten Fall iſt leicht zu überſehen, daß die Geſchwindigkeit C ſehr groß ſeyn muß, weil ſie mit einer kleinern Maſſe M dennoch die größere Bewegung MC heevorbringt. Sie iſt in dieſem Falle allezeit größer als $2x$ und als c; daher wird $2x - C$ oder V negativ, und ſein arithmetriſcher Werth $(C - 2x)$ kleiner, als C, d. i. die ſtärker bewegte kleinere Maſſe ſpringt auch zurück, aber langſamer, als ſie anſtieß.

Für den zweyten Fall, wo die Maſſen gleich ſind, wird $2x = C - c$, alſo $V = - c$, und $v = C$. Beyde Maſſen ſpringen mit verwechſelten Geſchwindigkeiten zurück.

Für den dritten, wo $M > m$, wird V nur dann negativ, oder die ſtärker bewegte Maſſe ſpringt nur dann zurück, wenn $2x < C$ oder $(M - m) C < 2 mc$ iſt. Wird $2x = C$, ſo bleibt der ſtärker bewegte Körper nach dem Stoße in Ruhe, und der andere ſpringt mit der Geſchwindigkeit $C + c$ zurück. Iſt endlich $2x > C$, ſo wird V poſitiv, und die Maſſe M behält ihre vorige Richtung.

Dieſe Anwendungen geben ein ſchönes Beyſpiel, wieviel verſchiedene Fälle eine einzige allgemeine Formel um-

faſſen könne, die ſich bey richtigem Gebrauche der Zeichen alle wieder aus ihr entwickeln laſſen. Weil indeſſen Ungeübte in der Auslegung der algebraiſchen Zeichen leicht irren können, ſo möchte ich doch rathen, für b.) d. i. für den Stoſs beym Begegnen folgende Formeln zu gebrauchen, wo in den Werthen von v und x, ſtatt c, ſchon das — c ſubſtituirt iſt

$$V = 2x - C \text{ und } v = 2x + c$$

$$V = \frac{(M - m)\,C - 2mc}{M + m} \text{ und } v = \frac{(M - m)\,c + 2MC}{M + m}$$

Dieſe Formeln hat Käſtner (höhere Mech. 134. V. VII.). In ihnen ſind allemal die arithmetiſchen poſitiven Werthe von C und c zu ſetzen.

4.) Sind bey Körpern, die ſich begegnen, die Bewegungen vor dem Stoſse gleich, oder iſt MC = — mc, ſo wird x = 0, alſo V = — C, v = + c, oder **jeder Körper ſpringt mit ſeiner vorigen Geſchwindigkeit zurück.** Ohne Federkraft hätte er ſeine ganze Bewegung verlohren; durch die Federkraft bekömmt er ſie alſo ganz, nur rückwärts, wieder.

5.) Iſt c = 0, ſo wird $V = \frac{(M - m)\,C}{M + m}$ und $v = \frac{2MC}{M + m}$.

Sind dabey auch die Maſſen gleich, ſo iſt V = 0 und v = C. **Stöſst alſo eine elaſtiſche Maſſe an eine ihr gleiche ruhende, ſo bleibt ſie ſtehen, und die andere geht mit jener Geſchwindigkeit fort.** Dies iſt der Fall, wenn eine Billardkugel von einer andern mit einem vollen geraden Stoſse getroffen wird.

6.) In den allgemeinen Formeln Num. 2 iſt

$$v - V = C - c.$$

oder **der Unterſchied der Geſchwindigkeiten iſt vor und nach dem Stoſse gleich** (wenn man nemlich algebraiſch eine Geſchwindigkeit nach entgegengeſetzter Richtung als eine vermindernde betrachtet). Sieht man aber alle Geſchwindigkeiten als gleichartig an, ſo gilt der Satz arithmetiſch nur, wenn beyde Körper vor und nach dem Stoſse nach einerley Gegend gehen.

Gehen beyde vor und nach dem Stoße nach verſchiedenen Gegenden, ſo ſind v und c den V und C entgegengeſetzt, und man hat V + v = C + c, oder die Summe iſt vor und nach dem Stoße gleich.

Gehen die Körper vor dem Stoße nach verſchiedenen, nach dem Stoße nach einerley Seite, ſo iſt nur c dem C entgegengeſetzt. Man hat v — V = C + c, d. i. den Unterſchied nach dem Stoße der Summe vor demſelben gleich.

Gehen ſie vor dem Stoße nach einerley, nach dem Stoße nach verſchiedenen Seiten, ſo iſt nur v dem V entgegengeſetzt, und V + v = C — c, oder die Summe nach dem Stoße dem Unterſchiede vor demſelben gleich.

7.) Wenn die Körper nach verſchiedenen Richtungen gehen, ſo nähern oder entfernen ſie ſich von einander mit der Summe ihrer Geſchwindigkeiten; gehen ſie aber nach einerley Richtung, ſo nähern oder entfernen ſie ſich mit dem Unterſchiede derſelben. Hält man dies mit allen Fällen von Num. 6. zuſammen, ſo findet man durchgängig, daß ſie ſich nach dem Stoße mit eben der Geſchwindigkeit von einander entfernen müſſen, mit der ſie ſich vor dem Stoße einander näherten. Es wird alſo beym Stoße elaſtiſcher Körper einerley reſpective oder relative Geſchwindigkeit erhalten, ſ. Geſchwindigkeit. z. B. eine Minute vor, und eine Minute nach dem Stoße haben die Körper einerley Entfernung von einander.

8.) Die Veränderungen der Geſchwindigkeit, welche beyde Maſſen leiden, indem ſich C und c in V und v verwandlen, ſind C — V und v — c, oder

$$2C - 2x \text{ und } 2x - 2c$$

alſo doppelt ſo groß, als die bey Num. 3. für unelaſtiſche angegebnen.

9.) Aus Num. 2. folgt

$$\begin{array}{l} MV = 2Mx - MC \\ mv = 2mx - mc \\ \hline MV + mv = 2(M+m)x - (MC+mc) \end{array}$$

oder, weil $(M + m) x == MC + mc$

$$MV + mv == MC + mc$$

d. i. die algebraiſche Summe der **Bewegungen bleibt vor und nach dem Stoße gleich** (wenn man nemlich die Bewegung nach entgegengeſetzter Richtung, als eine vermindernde, betrachtet). Sieht man aber jede Bewegung **arithmetiſch**, als poſitiv an; ſo ändert ſich alles, wie bey Num. 6. Der Satz gilt nur, wenn beyde Maſſen, vor und nach dem Stoße, nach einerley Gegend gehen. Gehen beyde vor und nachher nach verſchiedenen Seiten, ſo iſt **der Unterſchied der Bewegungen vor und nach dem Stoße gleich**; gehen ſie vorher nach verſchiedenen, nachher nach einerley Seite, ſo iſt **der Unterſchied vor dem Stoße der Summe nach demſelben**; und gehen ſie vorher nach einerley, nachher nach verſchiedenen Seiten, ſo iſt **die Summe vor dem Stoße dem Unterſchiede nach demſelben gleich**.

Mithin iſt es ein falſcher Grundſatz, den **Descartes** (Princip. Philoſ. P. II. §. 36.) behauptet, daß in der Welt immer einerley Größe oder Summe von Bewegung erhalten werde. Es ließe ſich zwar in einem gewiſſen Sinne vertheidigen, daß der Stoß elaſtiſcher Maſſen die Summe der Bewegung nicht ändere, wenn man nemlich die algebraiſche Summe verſtünde, oder Bewegungen nach entgegengeſetzten Richtungen, als einander vermindernd, betrachtete. Aber in dieſem Sinne nimmt **Descartes** ſelbſt den Satz nicht, weil er keine Bewegung der andern, ſondern Bewegung überhaupt der Ruhe, entgegenſetzt, ſ. **Ruhe**. Es iſt auch unnatürlich, ihn ſo zu nehmen, wenn man von Summe der Bewegung in der Welt überhaupt redet. Wenn zwo gleiche Kugeln mit gleichen Geſchwindigkeiten von einander zurückſpringen, ſo wird doch jedermann ſagen, daß hier Bewegung vorhanden ſey. Aber im algebraiſchen Sinne heben ſich beyde Bewegungen, als gleiche entgegengeſetzte auf, und es iſt **keine Bewegung** vorhanden. Jeder, der von Summe aller Bewegung in der Körperwelt redet, wird das, was hiebey **Null**

wird, nicht als Summe, ſondern als **Unterſchied** beyder Bewegungen betrachten.

10.) Man erhält ferner aus den Num. 2. befindlichen Werthen von V und v

$$MV^2 = MC^2 - 4MCx + 4Mx^2$$
$$mv^2 = mc^2 - 4mcx + 4mx^2$$

Alſo $MV^2 + mv^2 = MC^2 + mc^2 - 4(MC+mc)x + 4(M+m)x^2$.
Weil aber $(M + m)x = MC + mc$,
folglich $4(M + m)x^2 = 4(MC + mc)x$, ſo heben die zwey letzten Glieder der Gleichung einander auf, und man hat

$$MV^2 + mv^2 = MC^2 + mc^2$$

oder: **Die Summen der beyden Producte aus den Maſſen in die Quadrate ihrer Geſchwindigkeiten ſind vor und nach dem Stoße gleich.**

Bey dieſem merkwürdigen Satze braucht man nicht mehr, wie bey Num. 2. 6. 7. 9, auf die Verſchiedenheit der Zeichen + und — in den beſondern Fällen Rückſicht zu nehmen. Maſſen und Quadrate der Geſchwindigkeiten ſind immer **poſitiv**, nach welchen Richtungen auch die Bewegungen gehen mögen. Dieſer Satz alſo iſt **allgemein**, und in jedem Sinne wahr. Die algebraiſchen Ausdrücke: Summe der Geſchwindigkeiten, Bewegungen ꝛc. ſind doppelſinnig und können arithmetiſch auch Unterſchiede anzeigen; aber bey der Summe der Quadrate verſchwindet dieſe Zweydeutigkeit; man kan darunter nichts anders verſtehen, als was durch Addition poſitiver Größen gefunden wird.

Dieſer Umſtand giebt dem Satze ſo viel einnehmendes, daß ihn **Johann Bernoulli** unter dem Namen des **Grundſatzes der Erhaltung lebendiger Kräfte** noch weit allgemeiner zu machen geſucht hat. Dieſer Gelehrte dachte ſich in jedem bewegten Körper etwas ſubſtantielles, oder eine in der That vorhandene Fähigkeit zu wirken, welche dem Produkte der Maſſe in das Quadrat der Geſchwindigkeit proportional ſey, und die er **lebendige Kraft** nannte. Beym Stoße elaſtiſcher Maſſen blieb nach dieſem Be-

griffe die Summe ihrer lebendigen Kräfte ungeändert, und weil ſich dies in mehrern Fällen ſo befindet, ſo folgerte Bernoulli daraus das Naturgeſetz: **In der Körperwelt werde immer eine gleiche Summe lebendiger Kräfte erhalten**, oder es gehe keine lebendige Kraft verlohren. Die Induction iſt aber nicht vollſtändig; denn beym Stoße weicher unelaſtiſcher Maſſen findet dieſes Geſetz nicht ſtatt. Auch hat man keine Urſache, ein ſolches eignes Weſen in den bewegten Körpern anzunehmen, ſ. **Kraft, lebendige**: und das MC^2 iſt nichts weiter, als ein bequemer Ausdruck, der darum noch nichts wirklich Vorhandenes zu bezeichnen braucht; von gleicher Art mit den Momenten, ſ. **Moment.** Aus einer ſolchen ſymboliſchen Erhaltung folgt noch nicht die phyſiſche Erhaltung eines reellen Weſens; ſonſt könnte man darthun, daß die Natur Kräfte erhalte, die gar nicht vorhanden ſind (ſ. **Lambert** Beytr. zum Gebrauch der Mathem. II. Th. S. 572.).

11.) Wenn ſich die Maſſen M und m mit den Geſchwindigkeiten C und c bewegen, ſo geht ihr gemeinſchaftlicher Schwerpunkt mit der Geſchwindigkeit $\frac{MC + mc}{M + m} = x$ fort. Nach dem Stoße erhalten ſie die Geſchwindigkeiten V und v, wofür nach Num. 9. $MV + mv = MC + mc$ iſt. Dies giebt, mit $M + m$ dividirt, die Geſchwindigkeit des Schwerpunkts nach dem Stoße auch $= x$, völlig ſo groß und in eben der Richtung, wie ſie vor dem Stoße war. **Der Zuſtand des Schwerpunkts wird durch den Stoß nicht geändert**, und wenn man ſich die Maſſen $M + m$ in ihm vereinigt gedenkt, ſo iſt die **Größe der Bewegung des Schwerpunkts vor und nach dem Stoße einerley**, beydemal $= (M + m)\,x$. So haben einige Carteſianer den Satz ihres Lehrers Num. 9. zu vertheidigen geſucht. **Johann Bernoulli** (Diſcours ſur le mouvement Chap. IV. §. 8. Oper. T. III. p. 32.) nennt den Ausdruck $(M + m)\,x$ **Größe der Richtung** (quantité de direction); ſchicklicher hieße er Größe der Bewegung des Schwerpunkts, oder algebraiſche Summe

der Bewegungen. Denn dieſe leztere drückt (M + m) x wirklich aus, und eben darum iſt der Saz mit Carteſens Behauptung, bey der von arithmetiſcher Summe die Rede iſt, nicht einerley.

Die Säze 7. 10. 11. ſind die drey merkwürdigen **Erhaltungen**, um deren willen **Joh. Bernoulli** (Diſc. ſur le mouv. ch. 10.) ſagt, die Natur ſcheine ſich bey den Geſezen der Bewegung des Raths der Geometrie bedient zu haben. Aus jedem Paare dieſer Säze folgt allemal der dritte von ſelbſt.

12.) Wenn mehrere Maſſen M, m, μ u. ſ. w. hinter einander liegen, und M mit der Geſchwindigkeit C an die ruhende m ſtößt, ſo geht die leztere nach Num. 5. mit der Geſchwindigkeit $v = \frac{2 M C}{M + m}$ fort, und ſtößt mit dieſer an die ruhende dritte, welche nun mit der Geſchwindigkeit $k = \frac{2 m v}{m + \mu}$ fortgeht, u. ſ. w. Dieſe Geſchwindigkeit k iſt eine andere, als die der dritte Körper würde erhalten haben, wenn ihn der erſte unmittelbar geſtoßen hätte. Nemlich die mitgetheilte Geſchwindigkeit wird durch die Dazwiſchenkunft mehrerer Körper verſtärkt, wenn die folgenden Körper immer kleiner; geſchwächt, wenn ſie immer größer werden. Die Differentialrechnung lehrt, daß dieſe Verſtärkung ein Gröſtes werde, wenn die Maſſen der Körper in geometriſcher Progreſſion abnehmen.

Läſt man z. B. die Maſſen in der Reihe 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ ... abnehmen, und die erſte mit der Geſchwindigkeit 1 an die zweyte, dieſe an die dritte u. ſ. w. ſtoßen, ſo erhält die zweyte $\frac{4}{3}$, die dritte $\frac{16}{9}$, die vierte $\frac{64}{27}$ u. ſ. w. die 100ſte $(\frac{4}{3})^{99}$ Geſchwindigkeit. **Johann Bernoulli** findet durch Logarithmen dieſe leztere Geſchwindigkeit über 2 338 500 000 000 mal größer, als die des erſten Körpers.

13.) Berühren ſich in einer Reihe die gleichgroßen Kugeln

A, B, C, D, E, F, G, H,

und man läſt A mit einer beſtimmten Geſchwindigkeit an B

ſtoßen, ſo ſpringt die letzte Kugel H mit eben der Geſchwindigkeit ab, und die mittlern von B bis G bleiben in Ruhe. Läſt man zwo Kugeln A und B an C ſtoßen, ſo ſpringen die zwo letzten G und H ab, die mittlern von C bis F bleiben in Ruhe. Läſt man die drey A, B, C, an D ſtoßen, ſo ſpringen die drey letzten F, G, H ab; D und E bleiben in Ruhe, u. ſ. w.

14.) Für vollkommen unelaſtiſche Körper ſind die Veränderungen der Geſchwindigkeit C — x und x — c; für vollkommen elaſtiſche nach Num. 8.) 2 (C — x) und 2(x — c). In der Natur gehören die Körper weder zur erſten noch zur zweyten Claſſe; ſie haben verſchiedene Grade von Elaſticität, ohne je vollkommen elaſtiſch oder unelaſtiſch zu ſeyn. Man kan alſo für die natürlichen Körper überhaupt ſagen, ihre Geſchwindigkeiten ändern ſich beym Stoße um

$$\lambda\,(C - x) \text{ und } \lambda\,(x - c),$$

wo für völlig unelaſtiſche $\lambda = 1$, für völlig elaſtiſche $= 2$ wäre, für die wirklichen Körper alſo zwiſchen 1 und 2 fällt. Wäre z. B. bey gewiſſen Körpern die von der Federkraft herrührende Aenderung nur halb ſo groß, als ſie bey vollkommen elaſtiſchen ſeyn müſte, ſo wäre $\lambda = \frac{3}{2}$ (ſ. v. Segner Einl. in die Naturl. 1746. 8. §. 560.). Bleykugeln werden gewöhnlich für unelaſtiſch, elfenbeinerne für elaſtiſch angenommen; es iſt aber keines von beyden in der Strenge wahr, alſo λ für jene nur nahe 1, für dieſe nahe 2. Sind die kleinſten Theilchen der Körper elaſtiſch, ſo werden die ganzen Körper mehr oder weniger Elaſticität äuſſern, nachdem ſie mit mehr oder weniger Geſchwindigkeit anſchlagen; alsdann hängt λ von C — c ab. Dieſe Lehre hat in der Anwendung große Schwierigkeiten, und es fehlt noch ſehr an hieher gehörigen Verſuchen (ſ. **Lambert** Anm. über die Gewalt des Schießpulvers, Berlin, 1766. §. 24 – 27. **Hennert** in den Haarlemer Verhandelingen 1775, überſetzt von **Käſtner**. Altenb. 1785. 8. I. B. 1 Stück).

Die Kürze verbietet mir, aus dem großen Reichthume hieher gehöriger Wahrheiten noch mehr beyzubringen.

Huygens Buch (De motu corporum ex percuſſione in Opp. reliquis. To. II.) enthält eine ſchätzbare Sammlung derſelben. Zu ihrer Beſtätigung durch Verſuche dient Mariotte's von Nollet verbeſſerte Maſchine, ſ. Percuſſionsmaſchine, wobey jedoch das bey Num. 14. bemerkte zu bedenken iſt.

Geſchichte dieſer Geſetze.

Keine Wirkung in der Natur iſt ſo gemein, als Stoß und Mittheilung der Bewegung. Man ſollte glauben, dieſe Gegenſtände hätten die Neugier der Naturforſcher früher, als alle andere, reizen müſſen. Dennoch herrſchte bis auf Descartes Zeiten ein tiefes Stillſchweigen über die Geſetze des Stoßes; ſelbſt Galilei bringt nur wenige Erfahrungen für beſondere Fälle bey, und bemerkt, die Kraft des Stoßes ſey unendlich in Vergleichung mit der Kraft des Drucks. Herr von Fontenelle ſagt, es ſey faſt ſchimpflich für die Philoſophie, daß ſie ſich dieſer Unterſuchungen erſt ſo ſpät angenommen habe.

Descartes (Princip. philoſ. P. II. § 36. ſqq.) ſcheint zuerſt gefühlt zu haben, daß es für die Mittheilung der Bewegungen beſtimmte Geſetze geben müſſe. Aber ſeine Bemühungen, dieſelben zu finden, waren höchſt unglücklich. Er vergaß gänzlich die Erfahrung zu befragen, hielt ſich an gewiſſe metaphyſiſche Ideen, die ſeinem ſyſtematiſchen Erfindungsgeiſte eine falſche Richtung gaben, und fand darüber lauter Irrthümer, welche des Anführens nicht werth wären, wenn ſie nicht der berühmte Name ihres Urhebers merkwürdig machte.

Dieſer große Weltweiſe baut die Geſetze des Stoßes auf zween Grundſätze. Der erſte iſt der im vorigen angeführte Satz, **daß in der Welt immer einerley Größe von Bewegung erhalten werde.** (§ 36.), den er daraus herleitet, weil die Gottheit, als ein unveränderliches Weſen, von dem doch alle Bewegung herrühre, zu keiner Zeit deren mehr oder weniger, als zur andern, hervorbringen könne, und blos die einmal hervorgebrachte Bewegung

(ſo, wie die einmal erſchaffene Materie) erhalten müſſe. Es iſt oben gezeigt worden, daß dieſer Satz beym Stoße nur dann wahr ſey, wenn man Größe der Bewegung nach einerley Seite verſteht, welche mit Bewegung nach der entgegengeſetzten Seite zuſammengerechnet, vermindert wird, in welchem Sinne aber Descartes ſelbſt das Wort nicht nimmt, wenn er von Größe der Bewegung redet. Der zweyte Grundſatz iſt, daß jeder Körper an ſich eine Kraft beſitze, in ſeinem vorigen Zuſtand zu beharren, alſo zu ruhen, wenn er ruht, und in Bewegung zu bleiben, wenn er ſich bewegt (§. 37). Hierinn liegt ein doppelter Fehler. Erſtens wird da Kraft angenommen, wo blos Trägheit iſt, ſ. Trägheit, woraus eine eigne Kraft zu ruhen folgt. Zweytens wendet Descartes den Satz ſo an, daß Bewegungen nach entgegengeſetzten Richtungen bey ihm nicht entgegengeſetzte Zuſtände ſind, ſondern zu einerley Zuſtande gehören. Er ſchreibt daher dem bewegten Körper an ſich eine Kraft zu, ſeine Bewegung rückwärts fortzuſetzen, im Fall er vorwärts durch ein Hinderniß gehemmt würde. Dies iſt dem ſo natürlichen Begriffe entgegen, nach welchem Bewegung durch Ruhe in entgegengeſetzte Bewegung übergeht, ſ. Ruhe, und man begreift ſehr leicht, daß zur Verwandlung einer Bewegung in die entgegengeſetzte noch etwas mehr erfordert wird, als die bloße Unmöglichkeit, die vorige Bewegung fortzuſetzen. Daraus leitet nun Descartes folgende Geſetze ab:

1. Gleiche Körper, die ſich mit gleichen Geſchwindigkeiten begegnen, gehen beyde mit eben dieſen Geſchwindigkeiten zurück (§. 46).

2. Stößt ein kleinerer Körper an einen größern mit gleicher Geſchwindigkeit, ſo geht nur der kleinere zurück; daher gehen nach dem Stoße beyde zuſammen fort mit der Geſchwindigkeit des größern Körpers (§. 47).

3. Begegnen ſich gleiche Körper mit ungleichen Geſchwindigkeiten, ſo wird nur der langſamere zurückgetrieben, und beyde gehen zuſammen mit der halben Summe ihrer vorigen Geſchwindigkeiten fort (§. 48).

4. Stößt ein kleinerer Körper an einen größern ruhenden, ſo geht der kleinere mit ſeiner ganzen Geſchwindigkeit zurück, ohne dem größern einige Bewegung mitzutheilen (§. 49).

5. Stößt ein größerer Körper M an einen kleinern ruhenden m, ſo wird der ruhende mit fortgeriſſen, und beyde gehen zuſammen mit einer Geſchwindigkeit fort, die im Verhältniße $M + m : M$ vermindert iſt (§. 50).

Es ſcheint, dieſe Geſetze ſollen für alle feſte Körper überhaupt gelten, weil **Descartes** harte und elaſtiſche nirgends unterſcheidet, auch durch corpora dura überall alle feſte Körper im Gegenſatze mit den flüßigen verſteht. Aber gleich das erſte Geſetz iſt nur für elaſtiſche Körper wahr, das zweyte und dritte finden weder für harte noch für elaſtiſche ſtatt.

Vor allen andern iſt das vierte auffallend unwahr, und kan durch ein Spielwerk widerlegt werden, wenn man mit einer kleinen Billardkugel auf eine große ſpielt, oder wenn man eine frey aufgehangene Canonenkugel durch eine daran geworfene Flintenkugel bewegt. **Montucla**, ſo ſehr ſonſt Descartes ſein Held iſt, bewundert doch die Gelehrigkeit der Schüler, die ſolche Sätze hätten glauben können. Auch hatte **Clerſelier**, der nachmalige Herausgeber von Descartes Briefen ſeinem Lehrer Einwendungen gemacht, die dieſer (Lettr. To. I. 117.) ſehr unverſtändlich beantwortet. In den Principien (P. II. §. 56. 57.) erklärt er ſolche Bewegungen größerer Körper durch kleinere, aus dem geſtörten Gleichgewichte in den umgebenden Mitteln, und verwahrt ſich überhaupt gegen alle Widerſprüche aus Verſuchen (§. 53) damit, daß es keine vollkommen feſten Körper gebe, und daß die umgebenden flüßigen Materien überall mitwirken. **Montucla** kan nicht umhin (*malgré le reſpect dû au Philoſophe François*), dieſes eine erbärmliche Ausflucht (une défaite pitoyable) zu nennen. Im fünften Geſetze iſt für unelaſtiſche Körper, freylich nur durch Zufall, die Wahrheit getroffen.

Dieſe Geſetze ſtehen auch in gar keiner allgemeinen Verbindung unter ſich ſelbſt. Ihre V und v ſind keine be-

ſtändigen Functionen, die nach einer gewiſſen allgemeinen Formel von C und c, von M und m abhiengen. Wenn M = m und C = c, ſo ſollen beyde Körper nach 1.) zurückſpringen. Wenn man aber m nur um das mindeſte kleiner nimmt, ſo ſoll nach 2.) nur m allein zurückſpringen, M aber ſeine ganze vorige Geſchwindigkeit und Richtung behalten. Wer fühlt hier nicht, daß eine ſo geringe Veränderung unmöglich eine ſo entgegengeſetzte Wirkung in M hervorbringen kan. Es iſt unnatürlich, von Größen, die einander beſtimmen, die eine ſprungweiſe verändert zu denken, indem ſich die andere allmählig ändert. Man vermißt hiebey ganz den großen Geometer und Algebraiſten, der mit den Geſetzen veränderlicher Größen ſonſt ſo bekannt war.

Inzwiſchen erhellet aus ſeinen Briefen, daß er das vierte Geſetz zu gewiſſen Zeiten ſelbſt nicht geglaubt hat. Schon die oben S. 216. angeführte Stelle enthält gerade das Gegentheil von demſelben. Und in einem andern Briefe (To. II. 44.) dehnt er die Behauptung des fünften Geſetzes, die für harte Körper wahr iſt, ganz richtig auch auf den Fall des vierten aus. Gewiß hätte ein ſo ſcharfſinniger Geiſt die wahre Theorie gefunden, wenn ihn nicht die Vorliebe für ſein allgemeines Syſtem und deſſen falſche Grundſätze gefeſſelt hätte.

Der erſte Anfang in dieſer Lehre war alſo nicht glücklich. Auch haben nachher der P. Honoratus Fabri, Joachim Jung u. a. wenig richtigeres gelehrt. Etwas beſſer iſt, was Borelli (De vi percusſionis. Bonon. 1666. 4.) beybringt, ob gleich nur auf beſondere Fälle ohne allgemeinen Zuſammenhang gerichtet, und durch eine unbequeme Art, die Bewegung zu betrachten, verdunkelt.

Die königliche Societät der Wiſſenſchaften zu London machte im Jahre 1668 den Wunſch bekannt, daß die beſten Mechaniker unter ihren Mitgliedern die Theorie der mitgetheilten Bewegung unterſuchen, und die gefundenen Reſultate einreichen möchten. Auf dieſe Veranlaſſung traten auf einmal drey der berühmteſten Mathematiker, Wallis, Wrenn und Huygens, mit den wahren Geſetzen des Stoßes

hervor (Philoſ. Trans. Num. 43. p. 864. 867. Num. 46. p. 927. überſ. in Abhandl. zur Naturgeſch. Phyſik u. Oekon. aus den Philoſ. Transact. I. B. 1 Th. Leipz. 1779. gr. 4. S. 147 u. f.). Wallis Sätze erhielt die Societät am 26 Nov., Wrenn's am 17 Dec. 1668. und Huygens am 4 Jan. 1669. Man geſteht aber ein, daß Huygens ſchon bey ſeinem zweyten Aufenthalte in London im Jahre 1663 im Beſitze dieſer Sätze geweſen ſey, wiewohl er damals den engliſchen Gelehrten nichts von dieſer Entdeckung mitgetheilt habe.

Wallis ſchränkt ſich blos auf unelaſtiſche Körper ein. Er geht von dem Grundſatze aus, daß jede bewegende Kraft dem Körper deſto weniger Geſchwindigkeit giebt, je mehr Maſſe ſie zu bewegen hat, und ſchließt ganz direct, daß die bewegenden Kräfte MC und mc, die beym Einholen zuſammen MC + mc, beym Begegnen MC — mc ausmachen, ſich in beyden Fällen durch die Summe der Maſſen M + m vertheilen, und beyden Körpern eine gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit geben, die dem Quotienten des MC + mc durch M + m gleich iſt. Er nennt die Maſſen P und mP, die Geſchwindigkeiten C und nC, und findet daher

$$x = \frac{PC \mp mnPC}{P + mP} = \frac{1 \mp mn}{1 + m} . C.$$

Bey elaſtiſchen Körpern, bemerkt er, könne ſtatt des gemeinſchaftlichen Fortgehens ein Abſpringen erfolgen, wenn der Rückſtoß der elaſtiſchen Kraft ſtärker, als der forttreibende Stoß ſey. Aber erſt in der Folge (Mechanica ſ. de motu, ed. 1669. fol. et in Opp. To. I. Cap. XIII. De Elatere et Reſilitione) hat er ſeine Theorie auch auf elaſtiſche Körper gehörig erweitert.

Wrenn's und Huygens Aufſätze enthalten die Geſetze des Stoßes elaſtiſcher Körper ohne Beweiß. Sie zeichnen ſich aber durch eine ſehr kurze, nette, und doch allgemeine, Darſtellung der Sache aus. Wenn die Maſſen A und B, Taf. XXIII. Fig. 34, deren gemeinſchaftlicher Schwerpunkt C iſt, ſich mit den Geſchwindigkeiten und

nach den Richtungen AD, BD ſtoßen, ſo nehme man CE = CD, und die Maſſe A wird ſich nach dem Stoße mit der Geſchwindigkeit und nach der Richtung EA, die Maſſe B mit der Geſchwindigkeit und nach der Richtung EB bewegen. Man ſieht leicht, daß dies alle Fälle darſtellt. Liegt D zwiſchen A und B, ſo begegnen ſich die Körper; liegt es über A oder B hinaus, wie Fig. 35. und 36, ſo holt einer den andern ein; liegt es in A oder B ſelbſt, ſo ruht einer von beyden. Fällt E zwiſchen A und B, ſo ſpringen die Körper nach dem Stoße beyde aus einander; fällt es über A oder B hinaus, wie Fig. 36, ſo gehen ſie nach einerley Seite, und einer folgt dem andern; fällt es in A oder B ſelbſt, ſo kömmt einer von beyden in Ruhe. Uebrigens iſt der allgemeine Satz offenbar kein anderer, als der oben bey Num. 11.) angeführte, daß der Schwerpunkt nach dem Stoße in eben der Richtung und eben ſo geſchwind fortgeht, als vor demſelben.

In einem im Februar 1669 nachgeſendeten Aufſatze zeigte Huygens zum erſtenmale die merkwürdigen Sätze an, daß die Summe der Producte aus den Maſſen in die Quadrate der Geſchwindigkeiten vor und nach dem Stoße gleich groß bleibe, und daß die Größe der Bewegung zwar vermehrt oder vermindert werden könne, aber doch allezeit nach einerley Seite zu unverändert bleibe, wenn man die nach der entgegengeſetzten Seite gerichtete davon abziehe. Uebrigens nennt er zwar die elaſtiſchen Körper harte, aber nur im Gegenſatze mit den weichen unelaſtiſchen, nicht in dem carteſianiſchen Sinne, als ob die vollkommne Härte ſchon an ſich einen zureichenden Grund des Zurückſpringens enthielte.

Weit ſchöner und mit ſinnreichen Beweiſen hat Huygens dieſe ganze Lehre in einem Buche ausgeführt, das erſt nach ſeinem Tode ans Licht kam (*Chr. Hugenii* de motu corporum ex percuſſione liber in ej. Opp. reliqu. Amſt. 1728. 4. To. II. p. 73.). Er trägt Bedenken, ſich auf das einzulaſſen, was während des Stoßes in den Körpern ſelbſt vorgeht; er gründet ſich daher lieber auf Erfahrungen und auf den ihm eignen Grundſatz der aufſteigenden Kräf-

te. Die Erfahrung lehrt, daß gleiche elaſtiſche Körper, die ſich gleich geſchwind begegnen, auch gleich geſchwind zurück ſpringen. Sind aber die Geſchwindigkeiten ungleich, ſo ſtelle man ſich vor, ein Menſch auf einem Schiffe führe mit beyden Händen an den Fäden aA, aB Taf. XXIII. Fig. 37. die Kugeln A und B mit gleicher Geſchwindigkeit gegeneinander. Ruht das Schif, ſo kommen ſie in der Mitte bey D zuſammen, und ſpringen eben ſo geſchwind wieder von einander. Nun weiß man, daß auf dem bewegten Schiffe alles eben ſo erfolgt, wie auf dem ruhenden. Wird alſo das Schif während dieſer Zeit von B nach A zu durch einen Raum BE bewegt, ſo iſt die abſolute Bewegung der Kugel B (wie man ſie vom Ufer aus ſehen würde) durch BD + BE, die der Kugel A nur durch AD — BE gegangen. Nach dem Stoße (wenn das Schif immer fortfährt, oder wenigſtens A und B die ihnen vom Schiffe mitgetheilte Bewegung behalten) gehen beyde wieder gemeinſchaftlich durch einen Raum = BE in eben der Zeit weiter; der Zuſchauer am Ufer ſieht alſo B nur durch den Raum BD — BE, A durch den AD — DE zurückſpringen. Dies ſind aber ihre abſoluten Bewegungen; nach dieſen haben ſie alſo (weil BD = AD) ihre Geſchwindigkeiten verwechſelt. Auf gleiche Art werden nun alle Fälle des Stoßes **gleicher** Maſſen unterſucht. Für **ungleiche** Maſſen erweiſet Huygens zuerſt aus dem Grundſatze der aufſteigenden Kräfte (da nemlich, wenn A und B ihre Geſchwindigkeiten durch einen freyen Fall erhalten hätten, und mit den neuen Geſchwindigkeiten wieder aufſtiegen, ihr gemeinſchaftlicher Schwerpunkt eben ſo hoch ſteigen müſte, als er vorher gefallen war), daß die neuen Geſchwindigkeiten gleich ſeyn müſſen, wenn ſich die vorigen verkehrt, wie die Maſſen, verhalten. Hierauf verſetzt er die Kugeln wieder auf das Schif, und unterſucht für alle Fälle, was für Geſchwindigkeiten der Zuſchauer am Ufer vor und nach dem Stoße ſehen würde, welche für die abſoluten Bewegungen der Kugeln zuſammengehören, wenn die Geſchwindigkeiten vor dem Stoße ungleich ſind. Bey allen Einwendungen, die ſich gegen die Beweiskraft dieſer

Methode einem jeden darbieten, geht doch nichts über die geometriſche Eleganz, mit welcher Huygens dies alles ausführt.

Die Erfahrung beſtätigte die Richtigkeit aller dieſer Lehren. Schon **Wrenn** hatte ſich vor ihrer Bekanntmachung durch Verſuche mit Pendeln davon überzeugt; **Mariotte**, der damals die Experimentalphyſik ſehr fleißig bearbeitete, machte ſich ein eignes Geſchäft aus der Prüfung dieſer Geſetze, und beſchreibt ſeine Verſuche, die keinen Zweifel übrig laſſen, im erſten Theile ſeiner Abhandlung vom Stoße (Traité de la percuſsion ou choc des corps. à Paris, 1677. und in Oeuvres de *Mariotte*. à la Haye. 1740. To. I.). Da man völlig harte Körper nicht findet, ſo bedient man ſich hiebey der Bley- und Thonkugeln, als unelaſtiſcher, der elfenbeinernen als elaſtiſcher Maſſen. Die beym Worte **Percuſſionsmaſchine** beſchriebene Vorrichtung hat den Vortheil, daß die Bogen, durch welche die Kugeln fallen oder ſteigen (wenn ſie nicht groß, z. B. nicht über 10° ſind), ſogleich die Geſchwindigkeiten ſelbſt ausdrücken. Man findet dieſelben ohne ſehr merklichen Fehler ſo groß, als ſie den angegebnen Geſetzen nach ſeyn müſſen. Alle Schriftſteller über die Experimentalphyſik, z. B. **Deſaguliers, s'Graveſande, Nollet,** beſchäftigen ſich mit dieſen Verſuchen, welche die hier gelehrten Sätze zu dem Range allgemein anerkannter Naturgeſetze erhoben haben.

Die Geſetze des Stoßes werden von den phyſikaliſchen und mechaniſchen Schriftſtellern auf mancherley verſchiedene Arten vorgetragen und erwieſen. Ich bin oben der Methode des Herrn **Käſtner** (Anfangsgr. der höhern Mech. S. 289 u. f.) gefolgt, die mir das, was beym Stoße in den Körpern ſelbſt vorgeht, mit vorzüglicher Deutlichkeit darzuſtellen ſcheint, und alles aus den Eigenſchaften der Körper ſelbſt, aus Undurchdringlichkeit, Trägheit, Härte und Elaſticität herleitet. Der Stoß giebt ein Beyſpiel eines Phänomens, das ſich unmittelbar aus den Eigenſchaften der Körper erklären läſt: es wäre vergeblich, weitere Urſachen deſſelben aufzuſuchen. Dennoch wird

man dabey fühlen, daß die Beſtätigungen durch Verſuche zur völligen Ueberzeugung nicht ganz überflüßig ſind, wie es auch bey Gegenſtänden der Naturlehre nicht anders zu erwarten ſteht.

Man kan ſonſt auch dieſe Geſetze aus den beyden Grundformeln der höhern Mechanik $dv = 2gfdt$ und $du = fds$ (ſ. **Kraft**, Th. II. S. 801. 802.) herleiten, wenn man für f die beſchleunigende Kraft ſetzt, welche auf die Veränderung der Geſchwindigkeiten in jedem Augenblicke des Stoßes verwendet wird. Das Verfahren findet man bey **Euler** (Comm. Petropol. To. V. p. 159. Mém. de l'acad. de Pruſſe 1745. p. 50.) und **Karſten** (Lehrbegrif der geſ. Mathem. Th. IV. Mechanik. XV. Abſchn. §. 230.). **D'Alembert** (Traité de Dynamique. §. 19. 127.) will zwar die Anwendung dieſer Formeln beym Stoße nicht zulaſſen, aber ſeine Gründe ſetzen die Sache nicht in das gehörige Licht. Für weiche und elaſtiſche Körper kan man ſie allerdings gebrauchen; nur für vollkommen harte deswegen nicht, weil ſie vorausſetzen, der Stoß daure eine Zeitlang, und die Aenderung der Geſchwindigkeiten erfolge nach dem Geſetze der Stetigkeit, welches bey harten Körpern nicht ſtatt findet, ſ. **Stetigkeit**.

Endlich hat auch Herr von **Maupertuis** (Mém. de Paris, 1743 ingl. Mém. de l'acad. de Pruſse 1746.) die Geſetze des Stoßes aus ſeinem **Satze der kleinſten Wirkung** hergeleitet, wobey man aber für unelaſtiſche Körper als ſchon erwieſen annehmen muß, daß ſie nach dem Stoße einerley Geſchwindigkeit $= x$ erhalten. Da Wirkung hier das Product aus Maſſe, Raum und Geſchwindigkeit bedeutet, die Räume aber den Geſchwindigkeiten proportional ſind, ſo wird die Maſſe M, die ihre Geſchwindigkeit um $C - x$ ändert, die Wirkung $M(C - x)^2$; m hingegen, deren Geſchwindigkeit ſich um $x - c$ ändert, die Wirkung $m(x - c)^2$ leiden. Die Summe beyder ſoll ein **Kleinſtes**, alſo ihr Differential $= 0$ ſeyn. Daraus erhält man

$$(-2MC+2Mx+2mx-2mc)dx = 0$$

oder $Mx+mx = MC+mc$, d. i. $x = \frac{MC+mc}{M+m}$.

Für elaſtiſche Körper muß die Gleichheit der relativen Geſchwindigkeit vor und nach dem Stoße vorher erwieſen werden. Maupertuis ſtellt ſich zu dem Ende vor, die Körper wären blos hart, und eine Feder zwiſchen ihnen, die im Stoße mit der relativen Geſchwindigkeit beyder Körper $C - c$ zuſammengedrückt würde. Dieſe Feder wird ſich mit gleicher Gewalt wieder ausbreiten, und die Körper mit eben der relativen Geſchwindigkeit von einander entfernen, daher $v - V = C - c$ ſeyn muß. Hieraus folgt $dv = dV$. Die Wirkungen ſind jetzt $M(C-V)^2$ und $m(v-c)^2$, und das Differential ihrer Summe, welches verſchwinden ſoll,

$$-(2MC-2MV)dV + (2mv-2mc)dv = 0$$

Alſo, weil $dv = dV$,

$$MV = MC + mc - mv$$

Wenn nun für v noch das gleiche $C - c + V$ geſetzt wird, ſo folgt

$$MV = MC + mc - mC + mc - mV$$
$$MV + mV = MC + 2mc - mC$$
$$(M+m)V = 2MC + 2mc - MC - mC$$
$$= 2(M+m)x - (M+m)C,$$

mithin $V = 2x - C$; und $v = C - c + V = 2x - c$, wie oben. Solche aus Endzwecken der Natur geführte Beweiſe enthalten aber keine Erklärungen aus den Urſachen, und können nie für phyſikaliſche Demonſtrationen gelten.

Schiefer Stoß.

Für den ſchiefen Stoß muß man den vorigen Geſetzen noch die Zerlegung der Bewegungen beyfügen. Wenn Taf. XXI. Fig. 129. eine Kraft oder Bewegung PM auf eine ſchiefe Ebne AB wirkt, ſo läſt ſie ſich in zween Theile zerlegen, deren einer PN der Ebne parallel, der andere NM auf ſie ſenkrecht iſt. Nur der letztere NM wirkt auf die Ebne, und die Wirkung des ſchiefen Stoßes iſt alſo = PM.

ſin NPM, oder verhält ſich wie der Sinus des Winkels PMA, den die Richtung des Stoßes mit der geſtoßenen Fläche macht.

Taf. XXIII. Fig. 38. ſtoßen die elaſtiſchen Kugeln A, B, mit den Geſchwindigkeiten und in den Richtungen AR, BN, in R, N aneinander. Beym Stoße liegt der Berührungspunkt in der Linie RN, die durch beyder Mittelpunkte geht, und nur nach dieſer Richtung können beyde in einander wirken. Man zerlege alſo die Geſchwindigkeiten AR, BN jede in zween Theile, deren einer nach der Linie RN gerichtet, der andere darauf ſenkrecht iſt. So erhält man aus AR die beyden Geſchwindigkeiten AQ, QR, aus BN die beyden BM, MN, wovon nur QR und MN beym Stoße in einander wirken. Man ſehe alſo die Körper ſo an, als ſtießen ſie mit dieſen Geſchwindigkeiten gerade an einander (giengen QR und MN nach einerley Seite, ſo folgte einer dem andern nach), ſuche daraus die Geſchwindigkeit nach dem Stoße, und nehme RS und NO dieſen gemäß. In gegenwärtigem Beyſpiele, wo die Maſſen gleich ſind, werden die Kugeln ihre Geſchwindigkeiten verwechſeln; man hat alſo RS = NM, und NO = RQ zu nehmen. Weil nun die Theile AQ und BM aus den vorigen Geſchwindigkeiten ungeändert bleiben, ſo nehme man SI = AQ und OP = BM. Alsdann werden die Linien RI und NP die Geſchwindigkeiten und Richtungen der Kugeln nach dem Stoße ausdrücken, weil die Bewegung von R aus RS und SI, die von N aus NO und OP zuſammengeſetzt iſt.

Hätte die Kugel N vor dem Stoße geruht, ſo würde ſie nach demſelben mit der Geſchwindigkeit NO, die ſtoßende aber mit RK fotgegangen ſeyn.

Es wird durch den eccentriſchen Stoß auſſer der fortgehenden auch eine umdrehende Bewegung der Kugeln um Axen hervorgebracht. Bey ganz freyen Bewegungen hat zwar das Umdrehen keinen Einfluß auf den Fortgang; aber in unzählbaren Fällen, z. B. wenn Kugeln auf horizontalen oder ſchiefen Ebnen mit Reibung rollen, kan daraus ein beträchtlicher Unterſchied entſtehen. Wenn die Kugel C Taf. XXIII. Fig. 39. eine umdrehende Bewegung von

M nach N hat, und ſich an der Ebne AB reibt, ſo wird ſie ſchon dadurch allein eine fortgehende Bewegung erhalten, und ſich von D nach B zu **wälzen** oder **rollen**. Bekömmt ſie noch überdies eine fortgehende Bewegung nach BA, dieſem Rollen entgegen, ſo entſteht daraus eine combinirte Wirkung, und ſie kan in dieſem Zuſtande nicht ſo geſchwind nach BA gehen, als ſonſt geſchehen würde, wenn ſie ſich nicht nach MN umdrehte. Ein Stoß auf die Seite der Kugel nach der Richtung OP giebt ihr beyde vorgedachte Bewegungen zugleich; jetzt kan ſie alſo nicht mehr ſo gehen, wie es den Geſetzen des Stoßes, ohne Umdrehung, gemäß iſt. Wenn der Stoß die Kugel ein wenig hebt, daß ſie flach und ohne ſtarkes Reiben über DA hingleitet, ſo kan es kommen, daß wenn ſie wieder fällt und ſich ſtärker reibt, die fortgehende Bewegung nach DA aufgehoben wird, die Kugel plötzlich ſtillſteht, und endlich durch das noch daurende Wälzen nach der Richtung MN wieder von A nach D zurück läuft.

Ueber die Lehre vom eccentriſchen Stoße und der drehenden Bewegung haben **Johann** und **Daniel Bernoulli**, vorzüglich aber **Euler** (De communicatione motus in colliſione corporum ſeſe non directe percutientium in Comm. Petrop. To. IX. und in der Theoria motus corporum ſolidorum ſ. rigidorum. Roſtoch. et Gryphisw. 1765. 4) Unterſuchungen angeſtellt, wovon man auch einiges bey **Karſten** (Lehrbegrif der geſ. Math. Th. IV. Mechanik im XVIII. Abſchn.) findet. Dabey kömmt die Betrachtung der **Mittelpunkte des Stoßes** vor, ſ. **Mittelpunkt des Stoßes.**

Vom Stoße elaſtiſcher Körper an unbewegliche Hinderniße wird bey dem Worte **Zurückwerfung** gehandlet.

Von allem dieſen hängt die Bewegung der Billardkugeln ab, von der, jedoch ohne Betrachtung des Umdrehens, **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. nat. To. I. 814-817.) handlet. Wollte man in der Ausübung davon richtigen Gebrauch machen, ſo müſte man das Umdrehen mit in Betrachtung ziehen, welches hiebey eine ſehr große Rolle ſpielt.

Kraft des Stoßes.

Elaſtiſche Maſſen üben die ganze Zeit des Stoßes hindurch gegen einander einen Druck aus, deſſen Größe in jedem Augenblicke man mit andern Drückungen, z. B. mit Gewichten, vergleichen, und etwa für eine gegebene Entfernung der Schwerpunkte oder für eine gegebene Zeit vom Anfange des Stoßes an, beſtimmen könnte, weil ſie nicht für alle Augenblicke einerley, ſondern veränderlich iſt. Dieſen Druck könnte man **Kraft des Stoßes** nennen. Bey weichen Körpern, wo ſich der Zuſammenhang der Theile trennt, wird er eine beſtändige Größe. Solche Körper drücken Gruben in einander, und **Euler** (Sur la force de percuſſion in Mém. de Berlin. 1745. p. 21.) zeigt, wenn M in m eine Grube von der Tiefe = a drücke, ſo ſey die Kraft des Stoßes $= \frac{Mm}{M+m} \cdot \frac{(C-c)^2}{4ga}$, oder wenn die eine Maſſe m unbeweglich iſt (in welchem Falle ſie als unendlich groß angeſehen werden kan, und c verſchwindet) $= \frac{MC^2}{4ga}$. Beyſpiele hiezu giebt **Euler** (in Robins erläuterter Artill. S. 719.), wo eine Bleykugel mit der Geſchwindigkeit von 1700 Schuh (in 1 Sec.) abgeſchoſſen, 5 Zoll tief in Ulmenholz eindrang. Hiebey war der Druck in jedem Augenblicke 107760 mal größer, als M, oder als das Gewicht der Kugel, u. ſ. w.

Bey vollkommen harten Körpern, die ihre Geſchwindigkeit plötzlich ändern, nimmt der Stoß jedem eine endliche Geſchwindigkeit in einem Augenblicke. Die Schwere hingegen nimmt oder erzeugt endliche Geſchwindigkeiten nie anders, als in endlicher Zeit. Hier verhält ſich alſo die Kraft des Stoßes zum Drucke, wie ein Integral zu ſeinem Elemente, oder der Stoß iſt, wie ſchon **Galilei** geſagt hat, **unendlich größer**, als der Druck. Indeſſen iſt hieraus nicht zu ſchließen, daß die Kraft eines ſolchen Stoßes an ſich unendlich ſeyn würde. Sie läſt ſich nur nicht durch ein ihr gleiches Gewicht ausdrücken, ob ſich wohl ſolche Kräfte unter einander ſelbſt würden vergleichen laſſen,

da ſie ſich denn, wie MC, verhalten müſten. So etwas gilt auch von der Totalſumme aller der Drückungen, die beym Stoße elaſtiſcher Maſſen während der ganzen Zeit deſſelben ſtatt gefunden haben; und wenn man unter dem Worte **Kraft des Stoßes** dieſe Totalſumme verſteht, ſo läſt ſie ſich eben ſo wenig mit Gewichten vergleichen, weil ſie eigentlich ein Integral ausmacht, von welchem jedes Element einem Drucke oder Gewichte gleich iſt. Unter ſich aber laſſen ſich ſolche Totalſummen wieder vergleichen, ohne Rückſicht auf die Zeit, binnen welcher ſie erwachſen ſind, und dabey kan man behaupten, daß ſie ſich wie MC^2 verhalten würden. Dies wird noch einiges Licht über die vermeinten Maaße der Kräfte geben, ſ. **Kraft** (Th. I. S. 803. u. f.)

Einige, ſonſt nicht ſchlechte, Schriftſteller geben zu Meſſung der Kraft des Stoßes ſehr unſchickliche Vorſchriften. **Camus** (Traité des forces mouvantes. P. I. ch. 3. prop. 5.) ſchlägt eine Bleykugel mit einem Hammer, der 1 Pfund wiegt, ohne Gewalt platt, und ſchließt, weil eine gleiche Kugel eben ſo platt zu drücken, 200 Pfund Gewicht erfordert werde, ſo ſey der Schlag des Hammers einem Gewichte von 200 Pfund gleich. Die Worte: ohne Gewalt, ſind unbeſtimmt, und ſagen eigentlich gar nichts. Um ſich beſtimmter auszudrücken, hätte Camus die Höhe angeben können, aus welcher der Hammer frey herabfallen muſte, wenn er dieſe Wirkung thun ſollte. Aber ſelbſt dann hätte man noch keinen Begrif davon, wie viel der Schlag gethan habe; denn ein Schlag, der die Kugel in kürzerer oder längerer Zeit eben ſo platt gedrückt hätte, wäre ohne Zweifel ſtärker oder ſchwächer geweſen. Man hat überhaupt nicht nöthig, viel von Kräften oder Gewalt des Stoßes zu reden. So gebräuchlich dieſe Redensarten im gemeinen Leben ſind, ſo laſſen ſich doch Wirkungen, die man hiebey einer Gewalt zuſchreibt, ganz einfach aus Maſſe und Geſchwindigkeit allein herleiten.

Käſtner Anfangsgründe der höhern Mechanik, Göttingen, 1766. 8. S. 289. u. f.

Karſten Lehrbegrif der geſ. Mathematik, Mechanik, IV. Th. Greifsw. 1769. 8. XV. XVII. XVIII. Abſchnitt.

Ren. Des-Cartes Principia Philoſophiae. Amſt. 1685. 4. Part. II. §. 36 ſqq.

Montucla Hiſt. des mathematiques. To. II. P. IV. L. V, §. 6. L. VII. §. 1.

Diſcours ſur les loix de la communication du mouvement in *Jo. Bernoulli* Opp. omn. Lauſannae & Genev. 1742. 4. To. III. no. 135. p. 7. ſqq.

Petr. v. Muſschenbroek Introduct. ad Philoſoph. natur. Lugd. Bat. 1762. 4. To. I. c. 17. De percuſſione.

Stoßmaſchine, ſ. Percuſſionsmaſchine.

Stral, Lichtſtral, ſ. Licht.

Stralenbrechung, ſ. Brechung der Lichtſtralen.

Stralenbrechungen, aſtronomiſche, Refractiones aſtronomicae, *Refractions aſtronomiques*. Die von den Geſtirnen kommenden Lichtſtralen gehen aus dem luftleeren Himmelsraume in unſern Luftkreis, alſo in ein dichteres Mittel, über. Sie müſſen daher gebrochen werden (ſ. Brechung der Lichtſtralen) und nach andern Richtungen, als ſonſt geſchehen wäre, ins Auge kommen. Wenn Taf. XXIV. Fig. 40. ABD die Oberfläche der Erdkugel, EKO die Oberfläche der Atmoſphäre vorſtellt, ſo wird der Lichtſtral MK, welcher ſchief in den Luftkreis EKO eindringt, nach dem Einfallslothe CKR zu gelenkt, und kömmt nach der Richtung KA ins Auge. Der Zuſchauer in A ſieht nun das Geſtirn nach der verlängerten Richtung AK in N, obgleich der wahre Ort deſſelben nach M zu liegt. Dieſe Ablenkungen der Lichtſtralen von ihrem Wege, und insbeſondere die Größen der Winkel MKN, FOT u. ſ. w. um welche die Geſtirne F, M, der Brechung halber höher erſcheinen, führen den Namen der aſtronomiſchen Stralenbrechungen.

Daß das Licht beym Uebergange aus luftleeren Räumen in Luft wirklich gebrochen werde, haben, unabhängig von allen aſtronomiſchen Beobachtungen, Lowthorp und Hawksbee durch Verſuche mit luftleeren Gefäßen erwieſen (ſ. Lulofs Kenntniß der Erdkugel durch Käſtner §. 465.), von denen man jedoch keine zuverläßige Beſtimmung des Brechungsverhältnißes erwarten darf.

Weil der Luftkreis ſelbſt von K bis A nicht einerley Dichte behält, ſondern weiter herabwärts immer dichter wird, ſo müſſen zwiſchen K und A noch mehr Brechungen gegen das Einfallsloth zu erfolgen. Und da die Dichte der Luft von oben herabwärts nicht ſprungweiſe, ſondern nach dem Geſetze der Stetigkeit, zunimmt, ſo geſchehen ſolcher Brechungen unendlich viele, oder der Stral wird von K bis A an jeder Stelle ſeines Weges weiter gegen CK gelenkt. Daher bildet der Weg des Strals KA **eine krumme gegen CK hohle Linie.**

Dennoch bleiben alle Theile dieſes Weges in der erſten Brechungsebne MKC, weil ſich die Atmoſphäre in concentriſche Kugelſchichten von verſchiedener Dichte eintheilen läſt, ſo daß alle Einfallslothe durch den Mittelpunkt C gehen; daher jeder folgende Theil des krummen Weges in ebendieſelbe Ebne durch C fallen muß, in welcher der vorhergehende Theil lag, mithin der ganze Weg in eben diejenige Ebne durch C fallen muß, in welcher die erſte Brechung bey K geſchahe, d. i. in die Ebne MKC. Dieſe iſt nun eine Scheitelfläche des Beobachtungsortes A. Daher kan die Stralenbrechung oder der Winkel MKN nicht anders, als in einen Scheitelkreis des Beobachters fallen, und die Wirkung muß dieſe ſeyn, daß jedes Geſtirn in ſeinem Scheitelkreiſe etwas **höher** erſcheinet, als ohne die Brechung geſchehen würde.

Steht das Geſtirn im Zenith Z, ſo geht der Stral ZE, der auf alle concentriſche Schichten des Luftkreiſes ſenkrecht fällt, ungebrochen durch alle hindurch. Hingegen fallen die Stralen MK, FO deſto ſchiefer auf, und werden alſo deſto ſtärker gebrochen, je näher das Geſtirn dem Horizonte erſcheint. Mithin giebt es im Zenith gar keine Stralenbrechungen, von da an nach dem Horizonte nehmen dieſelben immer zu, und die im Horizonte, die **Horizontalrefraction**, iſt unter allen am gröſten. Ob der Stern in der Linie KM weit oder nahe ſteht, thut nichts zur Sache; alſo iſt die Stralenbrechung für Fixſterne, Planeten, Sonne, Mond ꝛc. durchgängig einerley.

Daß dieſe aſtronomiſchen Stralenbrechungen ſchon Ptolemäus gekannt habe, ſchließt Montucla aus einer Stelle des Baco (Perſpectiva ex edit. *Combachii* 1614. p. 37.), welcher anführt, man ſehe die Geſtirne beym Horizonte nicht am rechten Orte, und hinzuſetzt: „Sic autem „*Ptolemaeus* in lib. V. de Opticis, et *Alhazen* in VII.“ Nun handlet zwar Alhazen's Stelle wirklich von den Stralenbrechungen: aber im Almageſt des Ptolemäus wird ihrer nicht erwähnt, ſelbſt an Orten nicht, wo es müſte geſchehen ſeyn, wenn man ſie damals gekannt hätte. Wahrſcheinlich hat ſich alſo die von Baco angeführte Stelle aus der Optik des Ptolemäus auf den Geſichtsbetrug bezogen, durch den man Winkel am Horizonte für größer hält, als in der Höhe, welchen Ptolemäus irrig aus den Dünſten erklärt, ſ. Himmel. Von dieſem Geſichtsbetruge handlen mehr Stellen des Almageſts, unter andern die (L. III. c. 9.), welche Prieſtley (Geſch. der Optik, durch Klügel. S. 11.) ebenfalls auf die aſtronomiſche Stralenbrechung ziehen will.

Alhazen hingegen (Opt. L. VII. und de crepuſculis) redet ſchon ſehr beſtimmt von dieſen Brechungen. Er leitet ſie davon her, daß die Materie der Himmel ſubtiler ſey, als die Luft; er ſchreibt ihnen das Blinkern der Fixſterne zu, läßt ſie die Geſtirne höher darſtellen, und Sterne über den Horizont erheben, die in der That noch darunter ſtehen. Er läugnet endlich mit Recht, daß ſie den Grund der ſcheinbaren Vergrößerung der Sonnenſcheibe beym Horizonte enthalten, weil ihre Wirkung den Durchmeſſer der Geſtirne am Horizonte eher verkleinern müſſe. Ob er gleich Mittel vorſchlägt, ihre Größe zu finden, ſo giebt doch weder er, noch ſein Nachfolger Vitello, irgend eine Beſtimmung dieſer Größe an.

Erſt im ſechszehnten Jahrhunderte unterſuchten Bernhard Walther (Obſerv. Norimb. adjectæ Obſerv. Haſſiacis, editis a *Willebrordo Snellio*. Lugd. Bat. 1618. 4.), Möſtlin, und vorzüglich Tycho de Brahe (Progymnaſm. aſtron. L. I. p. 15. ſqq.) dieſen Gegenſtand genauer und mit beſſern Werkzeugen. Man überzeugte ſich bald von

der Größe und dem wichtigen Einfluße ſeiner Wirkungen. Kepler (Epit. Aſtr. Copern. L. I. Part. 3. p. 61.) führt an, indem die Aehre der Jungfrau aufgehe, ſtehe der Schwanz des Löwen in eben dem Scheitelkreiſe 35° 2′ hoch, da doch die Diſtanz dieſer beyden Sterne nahe am Mittagskreiſe nur $34\frac{1}{2}°$ gefunden werde, woraus zu ſchließen ſey, es werde die aufgehende Aehre durch die Refraction um 32′ höher gehoben. Dieſe Beobachtung iſt von Tycho, wie der Zuſammenhang in Keplers Buche lehrt; auch zeigt der Globus, daß ſie auf den Horizont von Uranienburg paſſet. Tycho ſelbſt ſetzt die Refraction der Sterne im Horizonte auf 30′ oder einen halben Grad.

Dieſer große Beobachter irrte aber darinn, daß er einen Unterſchied zwiſchen Sonne, Mond und Sternen machte, der Sonne 34′ und dem Monde nur 33′ Refraction im Horizonte zuſchrieb, und die Wirkungen der Stralenbrechung ſich bey der Sonne nur bis 43°, beym Monde bis 45°, bey den Sternen bis 20° Höhe erſtrecken ließ, auch glaubte, der Luftkreis reiche bis an den Mond. Kepler, der die Brechung ſchon beſſer kannte, bemerkt dagegen (Paralipom. ad Vitell.), daß auf die Entfernung des Geſtirns von der Erde nichts ankomme, ſchreibt aber der Luft bis an die Grenzen der Atmoſphäre eine gleichförmige Dichte zu, welche irrigen Vorſtellungen vom Luftkreiſe erſt durch die Entdeckungen des Torricelli, Paſcal, Boyle und Mariotte berichtiget worden ſind.

Noch 1665 nahm der P. Riccioli die Stralenbrechung nur bis 26° Höhe für merklich an. Aber um eben dieſe Zeit zog der ältere Caſſini aus ſeinen Beobachtungen eine Brechungstafel, in welcher die Horizontalrefraction $32\frac{1}{6}'$ geſetzt, und die Brechung bis nahe ans Zenith für merklich angenommen iſt. Die Richtigkeit dieſer Angaben ward durch Richer's Beobachtungen in Cayenne in den Jahren 1671–1673 beſtätiget.

Die Sternkunde lehrt verſchiedene Methoden, die Größe der Stralenbrechungen durch Beobachtung zu finden. Sind z. B. Polhöhe des Orts und Abweichung der Sonne

oder eines Sterns genau bekannt, ſo läſt ſich die Höhe der Sonne oder des Sterns für jeden Abſtand vom Mittagskreiſe durch die Auflöſung eines Kugeldreyecks berechnen. Beobachtet man nun die ſcheinbaren Höhen mit einem großen Quadranten, und zugleich die Abſtände vom Mittagskreiſe durch die Zeit mittelſt einer genauen Pendeluhr, ſo wird für eben denſelben Abſtand die beobachtete Höhe etwas größer ſeyn, als die berechnete, und der Unterſchied beyder wird die Größe der Refraction für dieſe Höhe anzeigen.

Oder man beobachte einen Stern, Taf. XXIV. Fig. 41., der ſehr nahe beym Scheitel Z in A culminirt, wo die Stralenbrechung = Null iſt, ſo wird ſich aus ſeinem Abſtande vom Scheitel ZA und der Aequatorhöhe des Orts ZP, der Halbmeſſer des Tagbogens AP = Pa, und hieraus die Höhe aR finden laſſen, in welcher der Stern 12 Stunden nach ſeiner Culmination unterhalb des Poles P durch den Mittagskreis gehen ſollte. Beobachtet man nun dieſen Durchgang, ſo wird ſich die Höhe größer, etwa wie αR, finden, und der Unterſchied aα wird die Größe der Refraction geben.

Ex. In Paris culminirte das α des Perſeus nur ſechs Minuten vom Scheitel; die Aequatorhöhe ZP iſt 41° 10′, mithin AP = Pa = 41° 4′. Dies von der Polhöhe PR, oder von 48° 50′, abgezogen läſt aR = 7° 46′. Man beobachtete aber αR = 7° 52′ 25″. Mithin ward die Refraction in der ſcheinbaren Höhe von 7° 52½′ gefunden = 6′ 25″.

Aber in Höhen über 45° werden die Stralenbrechungen ſo klein, daß man ſich auf Beobachtung allein nicht mehr verlaſſen darf. Daher muſte man Geſetze ſuchen, nach welchen die Abnahme vom Horizonte an bis ans Zenith erfolgt. Da die Krümmung der Lichtſtralen in der Atmoſphäre nicht viel beträgt, ſo nahm Caſſini an, das Licht gehe in gerader Linie, wobey es ſo viel iſt, als ob jeder Stral aus dem luftleeren Raume unmittelbar in die unterſte Luftſchicht übergienge (ſ. *Heinſius* Progr. de computo refract. aſtron. ſub hypoth. rad. luc. inſtar rectæ lineæ

atmoſph. trajicere. Lipſ. 1749. 4.). Dabey muß aber eine beſtimmte Höhe des Luftkreiſes angenommen werden. Caſſini fand die Berechnungen mit den Beobachtungen übereinſtimmend, wenn er dieſe Höhe auf 2000 Toiſen ſetzte. So entſtand ſeine Brechungstafel, welche die Horizontalrefraction 32′ 10″, die in 10° Grad Höhe 5′ 28″ ſetzt, und lange Zeit von den Aſtronomen gebraucht worden iſt. Viele Schriftſteller der damaligen Zeit lieſſen ſich verleiten zu glauben, die brechende Kraft der Luft erſtrecke ſich wirklich nur bis auf dieſe Höhe von 2000 Toiſen, und bleibe durch dieſen Raum überall gleich groß. Dieſer falſche Satz iſt von Caſſini ſelbſt nicht behauptet worden: es würde daraus die Ungereimtheit folgen, daß die Stralenbrechung auf den Bergen größer, als an der Meeresfläche seyn, und 2000 Toiſen hoch über der letztern ganz nahe am Zenith noch 32′ betragen müſte.

Bouguer fand bey ſeinem Aufenthalte in Peru die Horizontalrefraction 27′; auf dem Chimboraço aber, 2388 Toiſen über dem Meere, nur 19′ 45″. Aus dem Geſetze, nach welchem ſie abzunehmen ſchien, vermuthet **de la Lande**, ſie möge in einer Höhe von 5158 Toiſen über der Meeresfläche unmerklich werden. Wenn auch dieſes nicht ſtatt findet, ſo iſt doch durch **Bouguers** Beobachtungen erwieſen, daß ſie wirklich in den höhern Regionen abnimmt, und alſo der Weg des Lichts in der That eine krumme Linie iſt.

Auch haben ſeit **Mariotte's** Zeiten mehrere Mathematiker den Weg des Lichts durch den Luftkreis wirklich als eine krumme Linie betrachtet, und aus den Eigenſchaften dieſer Curve richtigere Verhältniße der Stralenbrechungen in verſchiedenen Höhen herzuleiten geſucht. Dahin gehört **Newton's** von **Halley** (Philoſ. Trans. for 1721. Num. 368. p. 169.) mitgetheilte Brechungstafel, welche die Horizontalrefraction 33′ 45″, die bey 10° Höhe 4′ 52″, die bey 75° Höhe 15″ ſetzt, ingleichen das, was **Taylor** (Methodus increm. p. 108.) **Jacob Bernoulli** (Opp. To. II. p. 1063.), **Johann Bernoulli** (Opp. To. III. p. 516.), **Hermann** (Act. Erud. Lipſ. 1706. menſ. Jun. p. 256.),

Daniel Bernoulli. (Hydrodynam. p. 221.) Simpſon (Mathematical Diſſert. p. 46.) und zuletzt Lambert (Les proprietés remarquables de la route de la lumiere par les airs. à la Haye. 1758. 8.) über dieſen Gegenſtand mitgetheilt haben.

De la Hire (Mém. de Paris. 1702.) zog aus ſehr vielen Beobachtungen eine neue Brechungstafel, welche die Horizontalrefraction 32′, die bey 10° Höhe 5′ 41″ bey 75° Höhe 20″ giebt, und von Bouguer (Mém. de Paris, 1739 et 1749.) noch ſehr verbeſſert worden iſt. Mit ganz vorzüglicher Sorgfalt ward dieſe Lehre vom Abt de la Caille (Sur les refractions aſtronomiques in den Mém. de Paris. 1755.) behandlet, der eine neue ſinnreiche Methode fand, die Stralenbrechung durch Beobachtung zu beſtimmen, indem er am Vorgebirge der guten Hofnung Sterne am Scheitel beobachtete, welche zu eben der Zeit in Paris am Horizonte geſehen wurden.

Aus Simpſons Unterſuchungen der krummlinigten Bahn des Lichts folgt das Geſetz, daß ſich die Brechungen in verſchiedenen Höhen, wie die Tangenten der um $\frac{11}{4}$ der Brechungen verminderten Abſtände vom Zenith, verhalten. Bradley nahm im Jahre 1760 ſeinen Beobachtungen gemäß ſtatt $\frac{11}{4}$ die Zahl 3 an. Wenn dem zufolge der ſcheinbare Abſtand vom Zenith = Z, die Brechung = ϱ geſetzt wird, ſo verhält ſich ϱ, wie tang (Z — 3ϱ); und wenn ϱ klein iſt, läßt ſich ohne Fehler annehmen, es verhalte ſich, wie tang Z ſelbſt, daher die Stralenbrechungen von 45° Höhe an bis ans Zenith (welche alle kleiner als 1′ ſind) ziemlich genau im Verhältniße der Tangenten der Abſtände vom Scheitelpunkte abnehmen. Für größere ϱ in Höhen unter 45° iſt, wenn die Horizontalrefraction = h geſetzt wird

$$\tan(90° - 3\varrho) : \tan(Z - 3\varrho) = h : \varrho.$$

Nach dieſer Regel hat de la Lande eine Brechungstafel für Bradley's Beobachtungen berechnet, welche ſich in der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (III. Band. S. 228. 229.) befindet, und jetzt bey den Aſtronomen am meiſten im Gebrauch iſt. Folgendes iſt ein kurzer Auszug derſelben.

ſcheinbare Höhe	Stralenbrech.		ſcheinb. Höhe	Stralenbrech.		ſcheinb. Höhe	Stralenbrech.	
Grad	′	″	Grad	′	″	Grad	′	″
0	32	24	9	5	58	50	0	49
1	24	21	10	5	24	55	0	41
2	18	41	15	3	36	60	0	34
3	14	46	20	2	40	65	0	28
4	12	3	25	2	6	70	0	21
5	10	5	30	1	42	75	0	16
6	8	39	35	1	24	80	0	10
7	7	32	40	1	10	85	0	5
8	6	40	45	0	59	90	0	0

Man glaubte ehedem, die Größe der Stralenbrechung ſey an verſchiedenen Orten der Erdfläche ungleich. So fand **Bouguer** die Horizontalrefraction in Peru nur 27′, da ſie bey uns über 32′ beträgt. Aber **de la Caille** hat ſie auf dem Cap nur um $\frac{1}{48}$ ſtärker, als in Paris, und **Maupertuis** die in Lapland von der pariſer gar nicht unterſchieden gefunden. Im Horizonte und in geringen Höhen iſt ſie freylich wegen der verſchiedenen Beſchaffenheit der Dünſte überall unbeſtimmt und veränderlich; daher man auch aſtronomiſchen Beobachtungen bis auf die Höhe von 10 – 12 Graden niemals trauet. Für größere Höhen läßt ſich die angeführte Tafel an allen Orten der Erde ohne große Fehler brauchen, wenn das Barometer auf 28 pariſer Zoll, und das Queckſilberthermometer von 80 Graden auf 10 Grad ſtehet, für welche Beſchaffenheit der Luft die Stralenbrechungen die mittlern (refractiones mediae) genannt werden. Aus dieſem Grunde nennt man dies die **Tafel der mittlern Stralenbrechungen.**

Picard aber erkannte ſchon 1669 aus den Mittagshöhen der Sonne, daß die Refractionen im Winter und des Nachts größer, als im Sommer und bey Tage ſind. Man überſieht bald, daß dieſes von der Dichtigkeit der Luft abhängt, und es läßt ſich der Lehre von der Brechung gemäß annehmen, daß die Refractionen (als ſehr kleine Winkel) al-

kemal in gleichem Verhältniße mit der Dichte der Luft ſelbſt ſtehen. Da ſich nun dieſe Dichte durch Druck, Wärme, Dünſte und chymiſche Miſchung ändert (ſ. Luft Th. III. S. 17.), ſo müſte man eigentlich, um genaue Beſtimmungen der Refractionen zu erhalten, auf alle dieſe Umſtände ſehen. Weil aber die Wirkungen der Dünſte und der Miſchung nicht zuverläßig auszumachen ſind (a. a. O. S. 21 u. f.), ſo begnügt man ſich inzwiſchen, auf Druck und Wärme allein, d. i. nur auf den Stand des Barometers und Thermometers Rückſicht zu nehmen.

Was das Barometer betrift, ſo müſſen ſich die mittlern Stralenbrechungen (welche für 28 Zoll oder 336 Lin. Barometerſtand gelten) für 1 Lin. Aenderung um $\frac{1}{112}$ oder faſt um $\frac{3}{1000}$ ihrer Größe ändern. Setzt man alſo die Dichte der Luft bey 336 Lin. = 1; ſo wird ſie bey 336 ± b Lin. $1 \pm \frac{3b}{1000}$ ſeyn, und die mittlere Refraction ϱ wird ſich in

$$\varrho \left(1 \pm \frac{3b}{1000}\right)$$

verwandlen. Mayer fand aus Beobachtungen die Veränderung = $\frac{1}{22}$ des Ganzen, wenn ſich der Barometerſtand um 15 Lin. änderte, oder wenn b = 15 war, welches mit der Formel gut überinſtimmt.

In Abſicht des Thermometers kömmt hier die Wirkung der Wärme auf die Federkraft der Luft in Betrachtung, worüber die Reſultate aus den Erfahrungen ſehr verſchieden ausgefallen ſind, ſ. Luft (Th. III. S. 19. 20). Nach de Luc ändert ſich bey 10 Grad Temperatur nach Reaumür die ſpecifiſche Federkraft der Luft für jeden Grad Aenderung des Thermometers um $\frac{1}{208\frac{1}{4}}$, ſ. Höhenmeſſung (Th. II. S. 633.). Dem gemäß ſollten die mittlern Stralenbrechungen etwa um $\frac{a}{208{,}25}$ größer werden, wenn das Thermometer von 10 Grad der reaumüriſchen Scale aus um a Grad herabfiele, und um eben ſo viel kleiner,

wenn es um a Grad ſtiege. Dadurch würde ϱ in

$$\varrho \left(1 \mp \frac{a}{208\frac{1}{4}}\right)$$

verwandlet. Aber jedes andere Ausdehnungsverhältniß der Luft giebt einen andern Diviſor in der Formel.

Mayer, der bey ſeinen Beobachtungen mit dem göttingiſchen Mauerquadranten eine vorzügliche Abſicht auf die Stralenbrechungen richtete, fand die Aenderungen der Refraction den Aenderungen des Thermometers proportional, und gab 1753 folgende mit allgemeinem Beyfall aufgenommene Regel an: **Die mittlere Stralenbrechung für 28 Zoll Barometerhöhe und 10 Grad Wärme verändert ſich bey 15 Lin. Veränderung des Barometers, und bey 10 Grad Veränderung des reaumuriſchen Thermometers, um den 22ſten Theil ihrer Größe.** Dieſe Regel giebt für 1 Grad des Thermometers $\frac{1}{220}$; alſo den Diviſor des a in der obigen Formel = 220.

Herr de Lüc (Unterſ. über die Atmoſph. Th. II. S. 836.) gedenkt der Mayeriſchen Regel mit dem Zuſatze, ſie ſchreibe eine Berichtigung vor, die ſich zu der ſeinigen (ſ. Höhenmeſſung, Th. II. S. 625.) wie $\frac{1}{511}$ zu $\frac{1}{500}$ verhalte. Dieſer Vergleichung fehlt es an Richtigkeit. Nemlich Mayers Berichtigung für 1 Grad des delücſchen Thermometers beträgt $\frac{1}{511}$ derjenigen Brechung, welche die Luft bey 10 Grad Wärme verurſacht: de Lüc's hingegen $\frac{1}{500}$ der Höhe, welche bey $16\frac{3}{4}$ Grad Wärme ſtatt findet. Alſo beziehen ſich dieſe beyden Brüche nicht auf einerley Einheit, und können nicht unmittelbar verglichen werden. Beyde Berichtigungen auf einerley Normaltemperatur reducirt, verhalten ſich vielmehr, wie $\frac{1}{220}$ zu $\frac{1}{208\frac{1}{4}}$, oder wie $\frac{1}{511}$ zu $\frac{1}{484}$, und ſcheinen alſo weit ſtärker von einander abzuweichen, als Herr de Luc angiebt.

Er ſetzt aber hinzu, Mayer habe vielleicht ein eigentliches reaumüriſches Thermometer gebraucht, deſſen Grade

ein wenig kleiner ſind, als die Grade der gewöhnlichen Theilung in 80 (ſ. Thermometer), und wenn dem ſo ſey, ſo treffe die mayeriſche Angabe mit der ſeinigen noch näher zuſammen. Dieſe Vermuthung hat ſich auch in der That, zwar nicht ganz, doch einigermaßen beſtätiget. Herr Hofrath Lichtenberg (*Tob. Mayeri* Opera inedita, cura *G. C. Lichtenbergii.* Vol. I. p. 90.) erzählt, Mayers 1755 verfertigtes Thermometer, das jetzt Herr Käſtner beſitze, habe beym Siedpunkte nicht 80, ſondern $82\frac{1}{2}$ Grad. Dem gemäß verhält ſich ein Grad der gewöhnlichen Scale zu einem der mayeriſchen, wie 82, 5 : 80 = 33 : 32, und da Mayer die Berichtigung für einen ſeiner Grade = $\frac{1}{220}$ ſetzt, ſo macht ebendieſelbe für einen gewöhnlichen Grad $\frac{33}{32.\,220} = \frac{1}{213\frac{1}{3}}$ aus. In der That verhalten ſich alſo Mayers und de Lücs Berichtigungen, wie $\frac{1}{213\frac{1}{3}}$ zu $\frac{1}{208\frac{1}{4}}$, oder, wie $\frac{1}{498}$ zu $\frac{1}{484}$. (Daß Mayers Regel für 1 Grad des delücſchen Thermometers, bey 10 reaum. Grad Wärme eine Aenderung von $\frac{1}{498}$ gebe, findet auch Herr Lichtenberg ſelbſt a. a. O.). Dieſe nahe Uebereinſtimmung mit Mayer empfiehlt die delücſchen Angaben nicht wenig *).

*) Hätte Herr Kramp (ſ. Höhenmeſſung Th. II. S. 633.) dieſe Einrichtung der Scale an Mayers Thermometer in Betrachtung gezogen, ſo hätte er ſtatt des dortigen $1 + \frac{r}{210}$ vielmehr $1 + \frac{r}{203\frac{1}{3}}$ erhalten, und würde ſich nicht bewogen gefunden haben, von de Lücs $1 + \frac{r}{198\frac{1}{4}}$ ſo weit abzugehen. Dann wäre ſeine Tafel über die Größe der Subtangente oder der Federkraft anders ausgefallen, auch fänden ſich ſtatt der Zahlen, die in der 6ten Zeile meiner Tabelle beym Worte Luft (Th. III. S. 20.) ſtehen, folgende

1000 ; 1393 ; 2, 183

welche von de Lücs Zahlen gar nicht weit abweichen.

De la Caille (Mém. de Paris. 1755.) billigt zwar Mayers allgemeinen Satz, daß die Aenderungen der Refraction und des Thermometers proportional ſind, findet aber aus ſeinen Beobachtungen die Veränderung für 10 Grad nur $\frac{1}{27}$, ſo daß der Diviſor des a hier = 270 ſeyn würde. Jetzt wird **Mayers** Beſtimmung von den meiſten angenommen, freylich aber ſo verſtanden, als bezöge ſie ſich auf die Scale von 80 Graden, wobey der Diviſor 220 iſt. Verbindet man nun beyde Berichtigungen, ſo iſt, wenn das Barometer auf 336 + b pariſer Lin., das Queckſilberthermometer von 80 Graden auf 10 + a Grad ſteht, die Refraction

$$\text{O.)}\quad R = \varrho\left(1 + \frac{3b}{1000}\right)\cdot\left(1 - \frac{a}{220}\right).$$

Es iſt aber noch nöthig, dieſe Formel nach einer ſtrengern Theorie zu betrachten, wobey man zum Grunde legt, **die Refraction verhalte ſich, wie die Dichte der Luft.** Nun iſt, nach dem Art. **Höhenmeſſung** (Th. II. S. 611.) die Dichte der Luft gleich dem dortigen m $= \frac{f}{c}$, wo f die Barometerhöhe, c die Subtangente der logarithmiſchen Linie oder die ſpecifiſche Federkraft der Luft bedeutet. Setzt man alſo für die mittlere Stralenbrechung ϱ (wo das Barometer auf 336 Lin. ſteht, und die Subtangente = C heiſſen mag) die Dichte $= \frac{336}{C}$; hingegen für die Refraction R beym Barometerſtand f und der Subtangente c, die Dichte $= \frac{f}{c}$, ſo iſt $\varrho : R = \frac{336}{C} : \frac{f}{c}$, woraus folgt

$$R = \varrho \cdot \frac{f}{336} \cdot \frac{C}{c}.$$

Man findet ferner beym Worte **Höhenmeſſung** (Th. II. S. 633.), daß ſich die Subtangente für r Grade des reaumüriſchen Thermometers (nach Mayers Angabe) wie 210 + r verhält. Alſo iſt (weil r = 10 für die Subtangente C) C : c = 220 : 210 + r. Daher

$$\text{Refract. } R = \varrho \cdot \frac{f}{336} \cdot \frac{220}{210+r}.$$

z. B. wäre $f = 26'' \, 6''' = 318'''$; $r = 30$ Grad, ſo hätte man die mittlere Stralenbrechung mit $\frac{318}{336} \cdot \frac{220}{240} = 0,87$ zu multipliciren.

Um dies mit ⊙.) zu vergleichen, ſetze man, wie dort, $f = 336 + b$; $r = 10 + a$, ſo erhält man

$$R = \varrho \cdot \left(1 + \frac{b}{336}\right) \cdot \frac{220}{220+a}$$

und, wenn man den Nenner bey b in 1000 verwandlet, im letzten Factor aber die Diviſion wirklich anſtellt,

$$(\text{☾.})\ R = \varrho \left(1 + \frac{3b}{1000}\right) \cdot \left(1 - \frac{a}{220+a}\right).$$

Man ſieht nun aus der Vergleichung von ⊙.) und ☾.), daß die beyden Sätze: die Aenderungen der Refraction durch die Wärme ſeyen den Aenderungen des Thermometers proportional, und: die Refraction verhalte ſich, wie die Dichte der Luft, nicht zugleich mit einander beſtehen können. Der erſte gäbe wegen der Wärme die Berichtigung $\frac{a}{220}$; der zweyte giebt die $\frac{a}{220+a}$, welches nur einerley ſeyn kan, wenn man ſich verſtatten darf a als unbeträchtlich gegen 220 anzuſehen. Der letztere Satz iſt doch wohl den Gründen der Naturlehre angemeſſener; auch berechnen die Aſtronomen ihre Brechungstabellen ſämmtlich nach der auf ihn gegründeten Formel ☾.).

Statt der Zahl 220 wäre $213\frac{1}{3}$ zu ſetzen, wenn man auf die Eintheilung von Mayers Thermometerſcale gehörige Rückſicht nähme; nach de Lůc's aus den Höhenmeſſungen gezognen Reſultaten müſte $208\frac{1}{4}$, nach de la Caille 270 geſetzt werden. Daß man für Barometerſtände unter 28 Zoll, und Thermometerſtände unter 10 Grad, b und a negativ zu nehmen hat, fällt von ſelbſt in die Augen.

Tafeln über den geſammten Werth der in ϱ zu multiplicirenden Zahl für den Stand des Barometers von 2 zu 2 Lin. und des Thermometers von Grad zu Grad findet

man nach (C.) berechnet aus de la Lande in der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (B. III. S. 230. 231.) unter der Aufſchrift: Tafel für die Dichtigkeit der Luft. Die aſtronomiſchen Jahrbücher enthalten ähnliche Täfeln, welche theils aus voriger ausgezogen, theils nach andern Angaben berechnet ſind. De la Lande (Expoſition du calcul aſtron. Paris, 1762. 8. p. 251. 252.) hat auch eine Brechungstafel nach de la Caille, wo die Berichtigung wegen der Wärme für 1 reaum. Grad = $\frac{1}{270}$ angenommen iſt.

Genauere theoretiſche Unterſuchungen über den Einfluß der Federkraft und Wärme der Luft auf die Stralenbrechung haben **Euler** (Mem. de Berlin. 1754. p. 131.) und **de la Grange** (Nouv. Mem. de Berlin. 1772. p. 259.) angeſtellt.

Ich habe zum Schluß dieſes Artikels noch einige Wirkungen der aſtronomiſchen Stralenbrechung anzuführen. Die vornehmſte iſt, daß ſie alle Höhen der Geſtirne vergrößert, daher man von jeder beobachteten **ſcheinbaren Höhe** erſt die ihr zugehörige Größe der Stralenbrechung abziehen muß, um die **wahre Höhe** zu finden.

Die Stralenbrechung zeigt die aufgehenden Geſtirne ſchon im Horizonte, wenn ſie eigentlich noch darunter ſtehen, und erhält eben ſo die ſchon untergegangnen noch eine Zeit lang ſichtbar. Sie verlängert daher die Dauer ihrer Sichtbarkeit. Da die Horizontalrefraction etwa 32′ beträgt, und die Durchmeſſer der Sonne und des Monds faſt eben ſo groß ſind, ſo macht dieſe Verlängerung ſowohl früh als Abends ſo viel Zeit aus, als der Durchmeſſer dieſer Geſtirne Zeit braucht, ſich durch den Horizont zu ſchieben. Nach Herrn **Käſtner** (Aſtron. Abhandl. I. Samml. Göttingen, 1772. 8. S. 410.) beträgt dies bey der Sonne in unſern Gegenden

für den Aequinoctialtag	3 Min. 37 Sec.
für den längſten Tag	4 Min. 15 Sec.
für den kürzeſten . .	4 Min. 34 Sec.

daß alſo die Dauer unſers längſten Tages durch die Stralenbrechung noch um 8½ Min. vergrößert wird.

Innerhalb der kalten Zonen wird der perpetuelle Tag, welcher daſelbſt im Sommer ſtatt findet, durch die Horizontalrefraction beträchtlich verlängert, zumal da dieſe wegen der kalten und dichten Luft dort ſehr ſtark iſt. Die Niederländer, welche 1597 mit **Hemskerk** und **Wilhelm Barentß** in Novazembla unter 76° Breite überwinterten, ſahen den Rand der Sonne ſchon am 24 Jan. wieder, da ſie ihn der Rechnung nach ohne die Brechung erſt am 10ten Febr. hätten ſehen können. Aus dieſem ſchon von **Kepler** (Paralip. ad Vitell. p. 138.) angeführten Beyſpiele folgt die dortige Horizontalrefraction = $4\frac{1}{2}$ Grad, faſt 9mal größer, als ſie ſonſt die Beobachtungen geben, welches unglaublich ſcheint. Herr **Käſtner** (Anmerk. zu Lulofs Kenntniß der Erdkugel §. 466.) zeigt aber aus einer holländiſchen Sammlung von Reiſebeſchreibungen, welche 1646 herausgekommen iſt, daß in der Nachricht von **Barentß** dritter Schiffarth wirklich die obenerwähnten Tage angegeben ſind.

Schon um die Grenzen der kalten Zone, wo es eigentlich noch keinen beſtändigen Tag geben ſollte, wird doch die Sonne am längſten Tage durch die Brechung ganz über dem Horizonte erhalten. Dieſes merkwürdige Phänomen ſahe König Carl XI. am 14 Jun. a. St. 1694 zu Torneå, und ließ es im folgenden Jahre durch ſeine Mathematiker **Bilemberg** und **Spole** genauer beobachten (Refractio Solis inoccidui iuſſu Caroli XI. circa ſolſtitium aeſtivum 1695 obſervata ſ. Act. Erud. Lipſ. 1697. Febr. p. 91.). Auch dieſe Beobachter geben die Brechung ungewöhnlich groß (über zween Durchmeſſer der Sonnenſcheibe) an.

Von der Brechung rührt es her, daß man bey Mondfinſterniſſen oft Sonne und Mond beyde zugleich über dem Horizonte ſieht, ob ſie ſchon in der That einander dem Durchmeſſer nach gegenüber ſtehen müſſen. **Plinius** führt dies als etwas wunderbares an (Mirum, quanam ratione, cum ſolis exortu umbra illa hebetatrix ſub terra eſſe debeat, ſemel iam acciderit, ut in occaſu luna deficeret, *utroque ſuper terram conſpicuo ſidere.* H. N. II. 13.)

Der Sonne und dem Monde giebt die Stralenbrechung am Horizonte eine ovale Geſtalt. Sie erhebt nemlich den untern Rand mehr, als den obern, und verkürzt dadurch den vertikalen Durchmeſſer, indem der horizontale, deſſen beyde Enden gleich hoch ſtehen, ungeändert bleibt.

Endlich hat auch die Brechung des Lichts in der Atmoſphäre auf die ſcheinbaren Orte irdiſcher Höhen, mithin auf die geometriſche Höhenmeſſung, Einfluß. Dieſen Gegenſtand haben **Mayer** (De refractionibus obiectorum terreſtr. Gott. 1751.) und **Lambert** (Proprietés de la route de la lum. p. 87. ſqq.) unterſucht. Der letztere bedient ſich des Vortheils, den Weg des Lichtſtrals als einen Kreisbogen anzuſehen, deſſen Halbmeſſer 7mal größer iſt, als der Halbmeſſer der Erde. Er zeigt in einer Tabelle, wie viel man von der ſcheinbaren Höhe eines Berges abziehen müſſe, wenn die Entfernung deſſelben bekannt iſt. In einer Entfernung von 21388 Toiſen z. B. muß man die Höhe um 10 Toiſen vermindern; die Verminderungen in andern Weiten verhalten ſich, wie die Quadrate der Weiten. **Lambert** berichtigte auf dieſe Art die Höhen einiger von Caſſini gemeſſenen Berge, und fand ſie nun mit den barometriſchen Höhenmeſſungen in vortreflicher Uebereinſtimmung. Man muß aber hiebey auch die Veränderung wegen der Dichte und Wärme (und wegen der Dünſte am Horizonte) in Betrachtung ziehen, welche ſo ſtark iſt, daß **Nettleton** (Philoſ. Trans. 1725. Num. 388. p. 308.) die ſcheinbare Höhe ebendeſſelben Hügels, aus ſeinem Hauſe geſehen, an einem Tage um 30 Min. größer, als am andern, fand. So unzuverläßig ſind die Meſſungen von Höhen, die man von fern unter kleinen Winkeln ſieht.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtron. Göttingen, 1781. 8. §. 136. u. f.

de la Lande aſtron. Handbuch, a. d. frz. Leipzig, 1775. gr. 8. Sechſtes Buch, S. 475. u. f.

Röhl Einleit. in die aſtron. Wiſſenſch. Greifsw. 1768. 8. §. 100. u. f.

de Lüc Unterſ. über die Atmoſphäre, a. d. frz. II. Theil. Leipz. 1778. gr. 8. Fünfte Abth. Cap. 3. S. 384 u. f.

Stralenbüſchel, elektriſche, Lichtbüſchel, Feuerbüſchel, Stralenpinſel, Penicilli electrici, *Aigrettes électriques.* So nennt man eine Erſcheinung, welche ſich im Dunkeln an elektriſirten Spitzen zeigt. Es ſtrömt nemlich aus denſelben ein Licht hervor, das ſich in Geſtalt eines Kegels ausbreitet, und gleichſam einen Pinſel oder Büſchel bildet. Dieſes Licht iſt vorzüglich ſtark, wenn die Spitze einem poſitiv elektriſirten Leiter zugehört, d. i. wenn ſie + E abgiebt oder — E annimmt. Bey ſtarken Stralenbüſcheln iſt das Hervorbrechen dieſes Lichts mit einem Ziſchen begleitet; die ausgehende Elektricität iſt als ein Blaſen fühlbar, verbreitet einen phosphoriſchen Geruch, und erregt einigen ſauren Geſchmack auf der Zunge. Man kan alſo kaum zweifeln, daß dieſe Stralenbüſchel von dem Hervordringen der Elektricität, beſonders des + E, herrühren, welches aus Spitzen vorzüglich häufig ausſtrömt, weil ſie ſo leicht mittheilen, ſ. **Spitzen.**

Negativ elektriſirte Spitzen, welche — E abgeben oder + E annehmen, zeigen im Dunkeln ein ſchwächeres Licht, das mehr einem **Sterne** oder **leuchtenden Punkte** ähnlich iſt. Da man aber auch hiebey das Blaſen fühlt, und das elektriſche Rad von ſolchen Spitzen nach eben der Richtung umgetrieben wird (ſ. **Rad, elektriſches**), ſo mögen dieſe Sterne des — E vielleicht nichts anders, als kleinere Stralenbüſchel, ſeyn. Die Frankliniſten, welche nur ein E annehmen, halten die Sterne für Kennzeichen des **Eindringens** in die Spitze. **Nollet** glaubte durchs Mikroſkop geſehen zu haben, daß der Stern ein kleiner Stralenbüſchel ſey; es mangelt aber darüber an deutlich entſcheidenden Erfahrungen.

Die elektriſchen Stralenbüſchel aus Leitern wurden zuerſt von **Gray** (Philoſ. Trans. Vol. XXXIX. num. 436. p. 16. ſqq.) wahrgenommen; dieſer fand zugleich, daß ſie nach ihrem Verſchwinden aufs neue wiederkamen, wenn man die flache Hand oder einen andern platten Leiter gegen die Spitze brachte. Aehnliche Lichtpinſel ſchießen ſelbſt aus Nicht-leitern an manchen Stellen hervor, wenn dieſelben ſtark gerieben werden, z. B. aus den Glaskugeln und

Cylindern der Elektriſirmaſchine. Dieſes bemerkte Miles zuerſt an geriebnen Glasröhren, und nannte es elektriſches Wetterleuchten (coruſcations of light. Philoſ. Trans. 1745. Vol. XLIV. num. 475. p. 290.), weil dieſe Büſchel augenblicklich verſchwinden und wiederkommen. Nollet nahm ſie ſeiner Hypotheſe gemäß für die Ausflüße der elektriſchen Materie an, welche, wie er behauptet, allezeit nur an einigen Stellen des Körpers ſtatt finden, ſ. Elektricität (Th. I. S. 757). Dieſe Büſchel (*Aigrettes*) ſpielen in ſeinem Syſtem eine große Rolle.

Die erſten Frankliniſten, vorzüglich Beccaria und Wilke, beſtimmten den Unterſchied der Büſchel und Sterne an den Spitzen genauer, und ſahen die Sterne als eindringendes Licht an. Wilke wollte ſogar bemerkt haben, ein ſolcher Stern beſtehe aus lauter kleinen Kegelchen, deren Grundflächen auf dem Körper lägen. Dieſer Unterſchied wird im frankliniſchen Syſtem als ein großer Entſcheidungsgrund angeſehen; er iſt aber zu zweydeutig, um die Richtung der Materie daraus zu beſtimmen, ſ. Elektricität (Th. I. S. 764. 765.), Leidner Vacuum, Leiter, leuchtender. Inzwiſchen ſind die Verſuche hierüber ſehr angenehm (ſ. Adams Verſuch über die Elektricität, aus dem engl. Leipzig, 1785. gr. 8. Cap. 6. S. 61. u. f.)

Beccaria nimmt an, der Stern bilde ſich durch die Schwierigkeit, welche die elektriſche Materie antrift, ſich aus der Luft, als einem Nicht-leiter, loszuwickeln; werde z. B. ein ſpitziger Drath gegen ein + E gehalten, ſo theile der Körper ſein + E der Luft mit, und der Drath müſſe es erſt aus dieſer bekommen. Der Stralenbüſchel hingegen entſtehe durch die Gewalt, mit der das E durch die Luft hindurch auf die entferntern Lufttheile zuſtröme, und dabey die anliegenden Lufttheilchen zertheile. In der Hypotheſe von zwoen Eelektricitäten erklärt man alles daraus, daß ſich − E ſchwerer mittheile, als + E. Auch möchte ich die Entſtehung des Stralenbüſchels lieber davon herleiten, weil ſich theils das ausgehende + E nach den allerwärts in der Luft

herumſchwebenden leitenden Theilchen ausbreitet, theils aber auch ſeine eignen Theile, als gleichartige E, einander abſtoßen.

Uebrigens haben ſtarke Stralenbüſchel das merkwürdige, daß ſie durch Licht, Geräuſch, Blaſen, Phosphorusgeruch und ſäuerlichen Geſchmack auf alle Sinne wirken. Daher iſt auch wohl kein Phyſiker abgeneigt, eigne elektriſche Materie anzunehmen, und die Stralenbüſchel für ein Ausſtrömen derſelben zu halten. Dennoch iſt dieſer Beweiß des Daſeyns elektriſcher Materie nicht ganz apodiktiſch, weil das, was ſo merklich in die Sinne fällt, immer noch von andern gröbern Materien herrühren könnte, die durch eine Kraft in Bewegung geſetzt würden.

Prieſtley Geſchichte der Elektricität, durch Krünitz, an mehrern Stellen.

Cavallo vollſt. Abhandl. von der Elektric. Dritte Aufl. Leipzig, 1785. 8. S. 156. u. f.

Stralenkegel, optiſcher, Lichtkegel, Conus a radiis opticis formatus, Conus luminoſus, *Pinceau optique.* Jeder ſichtbare Punkt eines Körpers ſendet nach allen Richtungen Licht oder Lichtſtralen aus, die immer weiter auseinander gehen, ſ. **Licht.** Der Theil dieſes Lichts, der auf eine runde Fläche, z. B. auf die Oefnung des Augenſterns, auf ein Linſenglas, auf einen Hohlſpiegel, fällt, bildet einen **optiſchen Stralenkegel**, von dem der ſichtbare Punkt die Spitze, die Fläche ſelbſt, die das Licht auffängt, die Grundfläche ausmacht. Iſt die auffangende Fläche eine geradlinigte Figur, ſo wird ſtatt des Kegels eine **Stralenpyramide** gebildet.

Iſt der leuchtende oder ſichtbare Punkt von der auffangenden Fläche ſehr entfernt, z. B. 206264 mal weiter, als der Durchmeſſer der Fläche groß iſt, ſo laſſen ſich alle auf die Fläche fallende Stralen für parallel annehmen, ob ſie gleich in der That aus einerley Punkte herkommen, ſ. **Parallelſtralen.** In dieſem Falle hat man ſtatt des Kegels einen **Stralencylinder**, ſtatt der Pyramide ein **Stralenpriſma**,

Wenn ſolche Stralenkegel u. ſ. w. durch Linſengläſer gebrochen oder von Spiegeln zurückgeworfen werden, ſo nehmen die vorigen Stralen andere Richtungen, und bilden nach der Brechung oder Zurückwerfung neue Kegel, die ihre Spitzen an andern Orten, als die vorigen, haben. Ein ſolcher heißt ein **gebrochner** oder **zurückgeworfener Stralenkegel** (conus refractus ſ. reflexus). So bilden Taf. XXII. Fig. 15. die aus C auf die Spiegelfläche GE fallenden Lichtſtralen den Kegel CGE, und werden vom Spiegel ſo reflectirt, daß ſie nachher in dem Kegelſtück GEKH enthalten ſind. Dieſes gehört dem zurückgeworfenen Stralenkegel IKH zu, der ſeine Spitze in I hat.

Barrow nahm an, das Auge ſehe das Bild eines jeden Punktes in der Spitze des von ihm auf den Augenſtern kommenden Stralenkegels, ſ. **Bild.**

Ströme. ſ. **Flüße.**

Ströme flüßiger Materien, Motus progreſſivi corporum fluidorum, Flumina, Fluxus, *Courants, Torrents.* Oft wird in der Phyſik unter dem Namen **Strom** überhaupt die Bewegung einer Menge flüßiger Materie verſtanden, welche zuſammen nach einerley Richtung fortgeht. So bildet das Waſſer nicht nur in den Flüßen, beſonders in der Mitte derſelben, ſondern auch im Meere **Ströme**, welche eine Menge Waſſer geradlinigt fortführen, indem das umliegende ruhig bleibt, oder nach andern Richtungen geht, ſ. **Meer** (Th. III. S. 184.) Dieſe Meerſtröme kommen zum Theil von beſtändigen Winden, theils aber auch von der Ebbe und Fluth verbunden mit der Lage der Flüße, Inſeln, Meerbuſen, Meerengen rc. ingleichen der Beſchaffenheit des Meergrundes her. Aehnliche Bewegungen der Luft heiſſen **Luftſtröme** *(Courants d'air).* Viele Phyſiker laſſen angenommene Materien in gewiſſen Richtungen um die Erde, oder um die Körper gehen, um gewiſſe Phänomene daraus zu erklären. Dahin gehören die Carteſianiſchen Wirbel, **Johann Bernoulli's** Centralſtrom *(torrent central)* zu Erklärung der Schwere, ſ. **Schwere** (Th. III. S. 899.), **Nollets**

ein- und ausfahrende elektriſche Ströme oder gleichzeitige Ab- und Zuflüße, die magnetiſchen Wirbel u. a. m.

Strudel, Waſſerwirbel, Gurges, Vorago, Vortex, *Gouffre.* Die Strudel ſind kreis- oder ſpiralförmige Bewegungen des Waſſers, die durch den Stoß der Ströme an Klippen, durch Zuſammentreffen zweener entgegengeſetzten Ströme, durch Ebbe und Fluth, Herabſtürzen des Waſſers in tiefe Schlünde, und andere locale Urſachen veranlaſſet werden. In den Flüſſen bilden ſich oft kleine Wirbel an den Pfeilern und Bogen der Brücken, zwiſchen den Inſeln, an den Krümmungen der Ufer, oder auch an Stellen, wo im Grunde des Flußbettes tiefe Löcher ſind.

Im Meere ſind die Strudel wegen der Gefahr, die ſie den Schiffern bringen, merkwürdiger. Bey den Alten war der **chalcidiſche Euripus** zwiſchen den Küſten von Böotien und der Inſel Euböa (Negroponte) berühmt, den aber **Strabo** (L. IX.), **Mela** (II. 7.) und **Livius** (XXIII. 6.) ſehr verſchieden beſchreiben. Daß Ariſtoteles ſich ins Meer geſtürzt habe, weil er dieſen Wirbel nicht erklären können, iſt eine Fabel. Der Jeſuit **Babin** (Philoſ. Trans. num. 71. p. 2153.), welcher zwey Jahr zu Negroponte gewohnt hatte, erzählt, daß unter den 29 Tagen jedes Mondwechſels 20 ſind, an denen das Meer daſelbſt eine ordentliche Ebbe und Fluth hat, daß aber vom 9ten bis zum 13ten, ingleichen vom 21ſten bis zum 26ſten Tage jedes Monats, die Ebbe und Fluth alle 24 Stunden zwölf bis 14 mal abwechſelt. Hiezu gehört auch die berüchtigte **Charybdis** zwiſchen Neapel und Sicilien, jetzt Cap Faro, von welcher die Alten erzählen, daß ſie das Waſſer täglich einigemal abwechſelnd einſchlucke und wieder auswerfe. Doch iſt dieſer Wirbel nur ſchwach. **Kircher** (Mund. Subterr. To. I. p. 97.) erzählt, der Taucher **Cola Peſce** habe die Charybdis unterſucht, und nicht allein einen vom Grunde heraufkommenden Strom mit vielen Klippen und Unebenheiten, ſondern auch eine Tiefe gefunden, die ihn in die dickſte Finſterniß verhüllt habe.

Der berühmteſte Strudel iſt der ſogenannte **Mal- oder Moskeſtrom** unter 68° Breite an der norwegiſchen Küſte. Man hatte von ihm ſehr ungegründete Gerüchte verbreitet, und Kircher glaubte, es ſey hier ein Schlund, der mit dem bothniſchen Meerbuſen zuſammenhänge. Nach den glaubwürdigern Beſchreibungen von **Schelderup** (Schwed. Abhandl. v. 1750. der deutſch. Ueberſ. XII. B. S. 177 u. f.) und **Bergmann** wird dieſer Strudel durch die Ebbe und Fluth veranlaſſet, gegen welche der Queere nach ein Meerſtrom anſtößt, der zwiſchen den ſogenannten Lofodden, einer nach Südſüdoſt geſtreckten Reihe von 6 Inſeln, hindurchgeht. Dieſen Strom lenkt die Ebbe und Fluth ſo um, daß er 6 Stunden gegen Süden, 6 Stunden gegen Norden gewendet wird. Wenn die Bewegungen der Ebbe und Fluth dem Strome am meiſten entgegengeſetzt ſind, ſo entſteht ein Wirbel, gleich einem umgekehrten hohlen Kegel, deſſen Axe über 2 Klaftern oder Faden beträgt; es wird aber in ihm nichts zermalmet oder verſchlungen, vielmehr giebt es darin die beſten Fiſche. Bey voller Fluth, und bey ganz niedriger See iſt das Waſſer ſo ruhig, daß man ſelbſt in der Meerenge, zwiſchen den Lofodden und der Klippe Moſke, fiſchen kan. Die gröſte Gefahr verurſacht der Fall des Waſſers und die Menge der blinden Klippen, daher ſich die Schiffer dem Strudel oſtwärts auf eine, und weſtwärts auf 5 – 6 ſchwediſche Seemeilen nicht nähern. Wenn das Meer in der halben Fluth ſteht, und das Waſſer nach Norden geht, hat der Strom ſeinen Lauf nach Süden. Je mehr die Fluth wächſt, deſto mehr beugt ſich zuerſt der ſüdliche Theil deſſelben, und ſo nach und nach das übrige gegen Südweſten, Weſten, Nordweſten, und endlich gegen Norden. Wenn aber das Meer halb gefallen iſt, ſteht er ein wenig ſtill, und wendet ſich dann zurück gegen Nordweſten, Weſten, Südweſten und zuletzt gegen Süden ſo, daß er innerhalb 12 Stunden dieſe ganze Helfte des Compaſſes einmal durch und wieder zurückläuft. Bergmann führt noch einige kleinere Strudel in der Nordſee an, welche bey ruhiger See wenig gefährlich ſind.

Lulofs Einl. zur Kenntniß der Erdkugel, durch Käſtner. §. 324. S. 278.

Bergmanns phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel, durch Röhl. I. Band. S. 378. u. f.

Stürme, ſ. **Winde**.

Stunde, ſ. **Sternzeit**, **Sonnenzeit**.

Stundenkreis, Circulus horarius, *Cercle horaire*. Jeder gröſte Kreis der unbeweglichen Himmelskugel, welcher durch beyde Pole geht, mithin den Aequator ſenkrecht ſchneidet, heißt ein **Stundenkreis**. So ſind Taf. XXIV. Fig. 42. alle durch P und p gezogene Kreiſe Stundenkreiſe.

Wenn ein Geſtirn in S ſteht, ſo iſt der Stundenkreis, in welchem es ſich in dieſem Augenblicke befindet, PSDp, zugleich ſein Abweichungskreis, ſ. **Abweichungskreis**. Aber indem das Geſtirn S durch die tägliche Bewegung in dem Tagkreiſe GF herumgeführt wird, tritt es alle Augenblicke in einen andern Stundenkreis. Daher ſind Abweichungskreiſe und Stundenkreiſe einerley, nur daß jene zur beweglichen, dieſe zur unbeweglichen Himmelskugel gehören. Der Abweichungskreis des Geſtirns S coincidirt binnen 24 Stunden nach und nach mit allen möglichen Stundenkreiſen.

Man kan ſich zwar unzählbare Stundenkreiſe, nemlich durch jeden Punkt des Aequators AQ einen, gedenken. Theilt man aber den Aequator vom Mittagskreiſe A aus in 24 Theile, ſo gehen durch die Theilungspunkte diejenigen zwölf **Stundenkreiſe**, deren vordere oder öſtliche Helften die Figur darſtellt, unter welchen P1p der **erſte**, P6p der **ſechſte**, der Meridian ſelbſt PApQ der **zwölfte** iſt. Um aus jedem derſelben in den folgenden zu kommen, braucht der Fixſtern S eine Stunde Sternzeit; die Sonne S eine Stunde Sonnenzeit. Und da wir im bürgerlichen Leben Sonnenzeit gebrauchen, und zwölf Uhr zählen, wenn die Sonne in F und G, d. i. im zwölften Stundenkreiſe iſt, ſo folgt, daß wir ein Uhr haben müſſen, wenn ſich die Sonne im **erſten**, **ſechs Uhr**, wenn ſie ſich im **ſechſten** dieſer zwölf Kreiſe befindet u. ſ. w.

Der gemeinſchaftliche Durchmeſſer aller Stundenkreiſe iſt die Weltaxe Pp. Denkt man ſich ſtatt dieſer einen Stift, der der Sonne gegenüber einen Schatten wirft, ſo fällt dieſer Schatten bey jedem Stande der Sonne in ebendenſelben Stundenkreis, in welchem die Sonne ſteht. Wenn nun die ganze Erdkugel, als unendlich klein, im Mittelpunkte der Himmelskugel angenommen wird (ſ. **Erdkugel** Th. II. S. 20.), ſo ſieht man, daß jeder mit der Weltaxe parallele Stift auf der Erdfläche, als ein Stück der Weltaxe ſelbſt betrachtet werden kan, und daß der Schatten ſolcher Stifte allezeit in die Ebne des Stundenkreiſes fällt, der die Zeit für den Augenblick der Beobachtung andeutet. Hierauf beruht die ganze **Gnomonik** oder Verfertigung der Sonnenuhren. Sie beſteht einzig in der Auflöſung des geometriſchen Problems: Auf jeder gegebnen Fläche ihre Durchſchnittslinien mit den Ebnen der zwölf Stundenkreiſe zu verzeichnen.

Auch erklärt ſich hieraus der Gebrauch des Stundenrings auf den künſtlichen Erd- und Himmelskugeln, ſ. **Himmelskugel, künſtliche** (Th. II. S. 599.), welchen die Stundenkreiſe eben ſowohl, als den Aequator und jeden Parallelkreis überhaupt, in 24 gleiche Theile theilen; daher der um den Pol bewegliche Zeiger auf ihm um ſo viel Sternſtunden fortgeht, als dem Stücke, um das man die Kugel weiter fortgedreht hat, zugehören.

Stundenwinkel, Angulus horarius, *Angle horaire*. Der Winkel des Stundenkreiſes mit dem Mittagskreiſe. So iſt Taf. XXIV. Fig. 42. ZPS der Stundenwinkel des Geſtirns S. Das Maaß dieſes Winkels iſt der Bogen des Aequators AD, der **Zeitbogen** oder Abſtand des Geſtirns vom Mittagskreiſe. Dieſer Bogen in Zeit verwandlet, giebt an, wie viel Zeit das Geſtirn noch brauche, um aus S bis in den Mittagskreis in F zu kommen.

Im Kugeldreyecke ZPS, deſſen drey Spitzen Zenith, Pol und ein Stern oder irgend ein Punkt des Himmels, ſind, ſ. **Azimuth**, kömmt der Stundenwinkel ZPS als ein Winkel mit vor, und kan alſo, wenn drey Stücken aus

dieſem Dreyecke bekannt ſind, durch die ſphäriſche Trigonometrie gefunden werden.

Subtil, ſ. Fein.

Süd, Süden, ſ. Mittagspunkt.

Südliche Abweichung, Breite, Halbkugel, Polarkreis u. ſ. w. ſ. Abweichung, Breite u. ſ. w.

Südlicht, Auſtralſchein, Aurora auſtralis, Lumen auſtrale, *Aurore auſtrale, Lumiere auſtrale.* So, wie wir in unſern Ländern und weiter nordwärts das Nordlicht ſehen, ſo zeigt ſich den Bewohnern der Südländer eine ähnliche Erſcheinung nach der Gegend des Südpols zu. Dieſes Südlicht hat unſtreitig eine ähnliche Beſchaffenheit und gleiche Urſachen mit dem Nordlichte, ſo daß ich hierüber ganz auf den Artikel **Nordlicht** verweiſen kan.

Ob man gleich das Südlicht lange vermuthet hat, ſo weiß ich doch nicht, daß es vor dem Jahre 1773 wirklich von jemand wäre beobachtet worden. In dieſem Jahre ſahen es die Seefahrer, welche unter **Cook's** Anführung die Welt umreiſeten. Herr **Forſter** erzählt davon folgendes: „Ohngeachtet wir drey Jahre nacheinander die „Sommerszeit in der Nähe, und ſogar innerhalb des ſüd„lichen Polarkreiſes zubrachten, ſo haben wir dieſe Erſchei„nung doch nur im erſten Jahre 1773 beobachtet.“

„Wir befanden uns damals zwiſchen dem 58 und 60ſten „Grade ſüdl. Breite, und das Thermometer ſtand auf dem „Verdeck in freyer Luft auf 31 — 33 Grad. Uebrigens „glich dieſes Phänomen durchgehends dem Nordlichte. „Säulen oder Ströme eines blaſſen Lichtes ſtiegen aus ei„nem dunkeln Abſchnitte am Horizont bis zum Zenith hin„an. Zuweilen war dieſe Materie ſo durchſichtig, daß die „Sterne durchſchimmerten; zuweilen aber ſchien der Licht„ſtrom weiſſer, ſtärker und undurchſichtiger. Wir beob„achteten die Südlichter am 18ten, 19ten, 20ſten, 21ſten „und 26ſten Februar, und den 15ten und 16ten März „1773.“

Herr **Lichtenberg** (Super nova methodo, naturam et motum fluidi electr. inveſtigandi in Comment. Soc.

Götting. Claſſ. Math. 1779. To. I. p. 78.) giebt als Muthmaßung an, unſere Erdkugel zeige vielleicht, wie ein großer Turmalin, an beyden Polen entgegengeſetzte Elektricitäten, die durch die Erwärmung erregt würden. Daraus ließe ſich erklären, warum die Nordlichter um die Nachtgleichen am ſtärkſten ſind, und alſo bey uns am häufigſten geſehen werden, weil um dieſe Zeit viele Tage nach einander die ganze Erdkugel, mit beyden Polen zugleich, von der Sonne erleuchtet und erwärmt wird. Daß die Südlichter ſo ſelten ſind, komme vielleicht davon her, daß der Südpol das — E habe, deſſen Büſchel bekanntermaſſen weit ſchwächer ſind, als die ausſtrömenden Stralenpinſel des + E. Aus dieſem nördlichen + E und ſüdlichen — E erkläre ſich vielleicht auch die ſtärkere Vegetation in den nördlichen Breiten, und unſere faſt immer poſitive Luftelektricität bey heiterm Himmel.

Da Herr **Forſter** das Südlicht **ausſtrömend**, und dem Nordlichte ganz gleich geſehen hat, wir aber das Nordlicht ſehr oft ſtill und ohne Stralen ſehen, ſo könnte vielleicht eine Verwechſelung der elektriſchen Pole vorgehen. **Molina** (Saggio ſopra la hiſtoria naturale del Chili 1782. L. I.) verſichert, die Südlichter würden auf den chileſiſchen Inſeln häufig geſehen, giebt aber keine Beſchreibung ihrer Form.

J. R. Forſters Bemerkungen über Gegenſt. der phyſikal. Erdbeſchreib. auf ſeiner Reiſe um die Welt, a. d. engl. mit Anm. v. G. Forſter. Berlin, 1783. gr. 8. S. 103. 104.

Lichtenberg Anm. zur vierten Aufl. von Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. bey §. 569 u. 759.

Südpol am Himmel, ſ. **Weltpole.**

Südpol der Erde, ſ. **Erdpole.**

Sümpfe, Moräſte, Moore, Brüche, Paludes, *Marais*. Unter dieſem Namen verſteht man Sammlungen von Waſſer, die durch Vermiſchung mit erdigten Materien einen Theil ihrer Flüßigkeit verlohren haben, ſo daß ſie weder mit Schiffen oder Kähnen befahren, noch von Menſchen ohne Einſinken des Fußes betreten werden

können. Dieſe Sümpfe ſind nach Luloſs von doppelter Art.

Zur erſten Art gehören diejenigen, deren feſte Subſtanz unverbrennlich iſt, und die aus bloßer Vermiſchung des Waſſers mit einem ſandigen oder lehmigten Boden entſtehen. Dergleichen finden ſich überall, wo Quellen in niedrigem Grunde entſpringen, und das überflüßige Waſſer nicht hinlänglich ablaufen kan; wo Gründe mit Abhängen umſchloſſen ſind, ſo daß das abfließende Regenwaſſer ſich ſammlen und in die Erde einziehen muß; wo endlich an niedrigen Orten große und dicke Gehölze die Verdünſtung und den Ablauf des von den Bergen kommenden Waſſers verhindern.

Die zweyte Art machen die ſogenannten **Torfmoore** (Torfland, Veenen) aus, deren feſte Subſtanz verbrennlich iſt. Dieſe Subſtanz, der ſogenannte **Torf**, beſteht aus verweſeten Wurzeln mehrerer Sumpfgewächſe, welche oft mit einem ſtarken Antheile von Erdharz durchdrungen ſind, und ſehr vortheilhaft zu verſchiedenen Arten der Feurung gebraucht werden können. Das meiſte Torfland iſt feucht und ſümpfig; es giebt aber auch alte mehr ausgetrocknete Torflagen, oft hoch über dem Waſſer, und mitten unter andern Erdſchichten von verſchiedenen Materien. Man findet die Torfmoore an unzählbaren niedrigen und dem Waſſer nahen Stellen des feſten Landes; oft aber wird auch an hohen Orten Torfland angetroffen, wie z. B. der Brocken faſt ganz damit bedeckt iſt.

Ueber die Torfe verſchiedener Länder ſind die Schriften von **Degner** (Diſſ. de turfis. Traj. ad Rhen. 1729. 8.), **Abildgaard** (Abhandl. vom Torfe, a. d. däniſch. Kopenh. 1765. 8.), **Hagen** (Phyſiſch-chem. Betrachtungen über den Torf in Preußen. Königsberg, 1764. 8.), **Schulze** (Betrachtung der brennbaren Mineralien in Sachſen. Dresden, 1771. 8.), **Fiſcherſtröm** (Anm. vom Torf in den Neuen ſchwediſchen Abhandlungen 1781. Band II. S. 255 und in Crells chem. Annalen 1784. B. I. S. 457. u. f.) zu empfehlen.

Sehr große Verdienſte um die Benutzung der Torfmoore hat ſich Herr **Findorf** (Anm. über die Moore im Herzogthum Bremen in Beckmanns Beytr. zur Oekon. Technol. Policey- und Cameralwiſſ. 4 Theil) erworben, von deſſen Anſtalten und Erfindungen auch Herr **de Lüc** (Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen. II. Band d. deutſch. Ueberſ. S. 314. CXXIV. u. f. Briefe) leſenswerthe Nachrichten mittheilt. Um Torf zu erzeugen, ſticht man Gruben von 6 Schuh Tiefe, und 15 – 20 Quadratſchuh Oberfläche aus, die ſich mit Waſſer füllen, und im erſten Jahre ein grünes ſchleimiges Moos erzeugen. Im zweyten liegt dieſer Schleim ſchon 2 Schuh hoch auf dem Waſſer, und man unterſcheidet darinn eine Menge zarter Fäden mit Blättern und Blumen; im dritten legt ſich Moos an, das den Staub und die in der Luft ſchwebenden Samen aufhält, und eine Menge Sumpfpflanzen, Schilfe und Gräſer erzeugt; dieſe werden im vierten Jahre ſo ſchwer, daß ſie mit ihrem Bette niederſinken. Man drückt ſie alsdann auf den Boden zuſammen, ſo daß nach mehrern Wiederholungen dieſer Operation die ganze Grube in 30 Jahren ausgefüllt iſt. Dennoch würde dieſer neue Torf vielleicht noch Jahrhunderte brauchen, um dem alten ähnlich zu werden.

Herr de Lüc zieht aus der Tiefe des Torfs dieſer Gegenden, welche nicht über 30 – 35 Schuh beträgt, den Schluß, daß unſer feſtes Land nicht ſehr alt ſeyn könne, weil ſonſt dieſe ſo ſchnell wachſende Subſtanz weit tiefer hinab gehen müſte. Da in den Marſchländern, wo die Pflanzen faulen, der ſtarken Vegetation ungeachtet, kein Torf entſteht, und der Schlamm nicht brennbar iſt, ſo vermuthet er, die Erzeugung des Torfs hänge von der Natur des Waſſers ab, welches in den Mooren bräunlich, wie ein heller Caffee, ausſieht, und eine fäulnißwidrige Kraft hat, die es vielleicht von dem Safte der Heide (Erica, *Bruyere*) durch das Abſpühlen erhalte.

Aus faulenden Sümpfen entwickelt ſich eine Menge brennbarer Luft, oder Sumpfluft, die man durch bloßes Umrühren aus ihnen erhalten kan, ſ. **Gas, brennbares.**

Unter dem Namen der Sümpfe verſteht man zuweilen auch die ſtillſtehenden großen Seen, welche keinen ſichtbaren Abfluß haben, ſ. Seen.

Lulofs Einleit. zur Kenntniß der Erdkugel, durch Käſtner. Altenb. 1755. gr. 4. §. 339. u. f. S. 292.

Gren ſyſt. Handb. der Chemie, II. Th. 2. B. §. 1910.

de Lüc Briefe über die Geſchichte der Erde u. des Menſchen, a. d. franz. II. B. Leipz. 1782. gr. 8. S. 322. u. f.

Sumpfluft, ſ. Gas, brennbares.

Sympathie, Sympathia, *Sympathie*. Dieſes Wort bezeichnet einen ſehr dunkeln Begrif. Man ſieht bisweilen, daß zween oder mehr Körper auf einander zu wirken ſcheinen, ohne daß man doch eine in die Sinne fallende Verbindung zwiſchen beyden gewahr wird. Solche Fälle erklärte die ſcholaſtiſche Phyſik häufig aus einer **Sympathie**, oder geheimen unbekannten Verbindung, die man zu den verborgnen Qualitäten rechnete. Schien die Wirkung in einem Abſtoßen zu beſtehen, oder eine Abneigung vorauszuſetzen, ſo nannte man dieſe Eigenſchaft **Antipathie**.

Man ſieht leicht, daß hiedurch nur Benennungen, nicht Erklärungen, erhalten werden, ſelbſt wenn die Phänomene richtig ſind. Alsdann aber giebt es mehrentheils natürlichere und ſchicklichere Namen, mit denen man die Erſcheinungen bezeichnen kan. So nennt man das, was zwiſchen Magnet und Eiſen, zwiſchen Glas und Waſſer, zwiſchen Säuren und Laugenſalzen ꝛc. ſtatt findet, lieber Anziehung, Anhängen, Verwandſchaft. In Fällen, wo noch keine Namen eingeführt ſind, iſt zwar jeder zu dulden, und ſo könnte man z. B. ſagen, daß ſich zwiſchen Pflanzen, die gern bey einander wachſen, oder ſich an einander anlegen (paraſitae), Sympathie zeige; allein der Name iſt immer unbequem, weil er einmal den Nebenbegrif einer erklärenden Qualität oder geheimen Kraft bey ſich führt.

Wenn aber ſogar die Phänomene unrichtig ſind, und auf falſchen oder übelverſtandnen Beobachtungen beruhen, ſo iſt ein ſolcher Name doppelt ſchädlich. Er hängt alsdann der Sache ein Kleid um, welches das Anſehen einer

Erklärung hat, und von Betrug und Aberglauben gemißbraucht, in den Augen der Unwiſſenden die ungereimteſten Dinge glaublich, und das Unbegreiflichſte wahrſcheinlich machen kan. Dieſe Bewandniß hat es mit den vorgeblichen Wirkungen der Wünſchelruthe, der Amulete, den ſogenannten ſympathetiſchen Curen, und tauſend andern Geburten des Aberglaubens, welche die leichtgläubige Einfalt oft durch Sympathie erklärt, ohne zu wiſſen, was ſie eigentlich mit dieſem Worte ſagen wolle.

Es ſind alſo die bedeutungsloſen Namen der Sympathie und Antipathie aus der beſſern Phyſik gänzlich zu entfernen. Gewiſſe davon abgeleitete Benennungen behält man bey, weil ſie einmal eingeführt ſind, z. B. ſympathetiſche Dinten, ſympathiſche Bewegungen im menſchlichen Körper, wobey durch die Verbindung des Nervenſyſtems entfernte Theile des Körpers zugleich leiden, u. ſ. w.

Synodiſcher Monat, ſ. **Monat**.

Syzygien, Syzygiae, *Syzygies*. Dieſen Namen führen diejenigen Stellungen zweener Planeten, in welchen ſie mit der Erde faſt in gerader Linie ſtehen, alſo ihre Conjunctionen und Oppoſitionen, ſ. Aſpecten. Am gewöhnlichſten wird dieſe Benennung den Conjunctionen und Oppoſitionen des Monds und der Sonne, d. i. den Erſcheinungen des **Neumonds** und **Vollmonds** beygelegt, die man unter dem Namen der Syzygien den Quadraturen entgegenſetzt, ſ. **Quadratur**.

T.

Tag, Dies, *Jour*. Man nimmt dieſes Wort in einer doppelten Bedeutung, einmal für die Dauer der ſcheinbaren Umwälzung des Himmels, das anderemal für die Zeit des Aufenthalts der Sonne über dem Horizonte. In der erſten Bedeutung iſt es der **aſtronomiſche Tag**, welcher in 24 Stunden getheilt wird, und die Nacht mit begreift; in der zweyten der **natürliche Tag**, welcher von ſehr un-

gleicher Länge iſt, und der Nacht entgegengeſetzt wird. Die franzöſiſchen Schriftſteller nennen jenen den natürlichen, dieſen den künſtlichen Tag.

Der aſtronomiſche Tag iſt eigentlich die Zeit, binnen welcher die Erdkugel eine ganze Umdrehung um ihre Axe vollendet, in der alſo die Geſtirne wieder zu ebenderſelben Stellung gegen Horizont und Mittagskreis zurückkehren. Für die Fixſterne, deren eigne Bewegungen man hiebey vernachläßigen kan, iſt dieſes eine immer gleiche unveränderliche Zeitdauer, der Sterntag oder Tag der erſten Bewegung, ſ. Sternzeit. Für die Sonne aber, deren eigne Bewegung beträchtlicher, und nicht alle Tage gleich iſt, ſind die Zeiten, in denen ſie wieder einerley Stellung gegen die Kreiſe der unbeweglichen Himmelskugel erhält, oder die wahren Sonnentage, ungleich. Ein Mittel aus dieſen ungleichen Zeiträumen im Durchſchnitte genommen, iſt der mittlere Sonnentag, ſ. Sonnenzeit.

Den Anfang des Tages ſetzen die Aſtronomen in den Mittag, d. i. in den Augenblick, da der Mittelpunkt der Sonnenſcheibe durch den Mittagskreis geht. Von dieſem Zeitpunkte zählen ſie bis zum folgenden Mittage 24 Stunden in ununterbrochener Reihe, welches alſo wahre Sonnenſtunden ſind, nach welchen die Zeitpunkte der aſtronomiſchen Beobachtungen angegeben werden.

Der bürgerliche Tag wird bey den europäiſchen Völkern faſt durchgängig von Mitternacht angefangen. So haben ihn ſchon die römiſchen Prieſter u. a. (Plin. H. N. II. 77.) gerechnet, daher es nicht wahrſcheinlich iſt, daß die chriſtliche Kirche bey dieſer Wahl auf die nächtliche Zeit der Geburt Chriſti geſehen habe. Man zählt, wie bekannt, die Vormittagsſtunden bis 12, und fängt mit den Nachmittagsſtunden eine neue Reihe an. Daher treffen die letztern Stunden mit den aſtronomiſchen zuſammen; in den Vormittagsſtunden aber ſind beyde um 12 auseinander; wenn z. B. die bürgerliche Zeitrechnung den 18ten Jul. früh 9 Uhr zählt, ſo hat die aſtronomiſche die 21ſte Stunde des 17 Jul. vollendet.

Verſchiedene Morgenländer, z. B. die Babylonier, (Plin. II. 77.) fiengen ehedem den Tag vom Aufgange der Sonne an, die Athenienſer und Juden hingegen vom Untergange, ſo wie es die Italiäner noch jetzt thun. Dieſe italiäniſchen Stunden werden bis zum folgenden Untergange der Sonne von 1 bis 24 fortgezählt, ſo daß Mittag und Sonnenaufgang täglich auf andere Stunden fallen. Daher hat man im römiſchen Kalender eigne Tabellen für die Stunden der Seſſionen, des Mittageſſens u. dergl. durchs ganze Jahr nöthig. Am 18 Jul. z. B., wenn nach unſerer Zeitrechnung die Sonne um 8 Uhr untergeht, fällt ihr Aufgang in die achte, und der Mittag in die ſechszehnte italiäniſche Stunde; an den Tagen der Nachtgleichen hingegen iſt der Aufgang um zwölf, der Mittag um 18 Uhr. Eine Vergleichung der italiäniſchen Stunden für die Polhöhen von 40 – 44 Grad findet man bey Labat (Voyage d'Eſpagne & de l'Italie. To. IV). Im Florentiniſchen ſind ſeit 1750 europäiſche Stunden eingeführt.

Der natürliche Tag iſt die Zeit des Aufenthalts der Sonne über dem Horizonte, oder der Zeitraum zwiſchen dem Aufgange und dem nächſtfolgenden Untergange der Sonne. Die Länge dieſes Tages iſt ſehr verſchieden, und richtet ſich nach dem Stande der Sonne und nach der geographiſchen Breite oder Polhöhe des Beobachtungsorts. Es iſt nemlich

halbe Taglänge in ☉zeit = (90° + Aſc. diff. d. ☉) in ✳zeit

ſ. Aſcenſionaldifferenz. Und da wir die bürgerlichen Stunden vom Mittage aufs neue zu zählen anfangen, ſo giebt die halbe Taglänge zugleich die Stunde des Untergangs der Sonne.

Unter dem Aequator der Erde, wo Polhöhe und Aſcenſionaldifferenz = 0 ſind, iſt die halbe Taglänge jederzeit = 6 Stunden. Es ſind alſo daſelbſt alle Tage 12 Stunden lang.

Zwiſchen dem Aequator und den Polen iſt die Taglänge veränderlich. Zweymal im Jahre (um den 20 März und 23 September), wenn die Sonne im Aequator ſteht, und ihre Abweichung, mithin auch ihre Aſcenſionaldiffe-

renz, = 0 iſt, wird die Länge des Tages auch 12 Stunden, ſ. **Nachtgleiche.** So lang die Sonne eine nördliche Abweichung hat, iſt die Aſcenſionaldifferenz für Orte in der nördlichen Halbkugel poſitiv, mithin der Tag länger, als 12 Stunden. Für Orte der ſüdlichen Halbkugel, wo die Polhöhe ſüdlich oder negativ iſt, wird alsdann die Aſcenſionaldifferenz auch negativ und der Tag kürzer, als 12 Stunden. Umgekehrt ſind die Erſcheinungen, wenn die Abweichung ſüdlich iſt: alsdann haben die Nordländer kürzere, die Südländer längere Tage.

Die längſten und kürzeſten Tage fallen in die Zeiten der Sonnenwenden um den 21 Jun. und den 21 Dec., wo die Abweichung ein Gröſtes und der Schiefe der Ekliptik gleich wird. Alsdann iſt

$$\text{ſin. Aſc. diff.} = \text{tang. } 23^\circ\ 28'\ 8'' \times \text{tang. Polhöhe}$$

Für Leipzig dauert	St.	Min.	Sec.	Tert.
der längſte Tag, d. 21 Jun.	16	22	45	20
der kürzeſte, den 21 Dec.	7	37	14	40

ſ. **Aſcenſionaldifferenz.**

Unter den Polarkreiſen, wo die Polhöhe das Complement der Schiefe der Ekliptik wird, iſt für die Tage der Sonnenwenden

$$\text{ſin. Aſc. diff.} = \text{tang. Schiefe} \times \text{cotang. Schiefe} = 1,$$

mithin die Aſc. diff. = 90°, und der längſte Tag = 24 St., der kürzeſte = 0. Das heißt: Dieſe Orte haben einmal im Jahre einen Tag von 24 Stunden, da die Sonne gar nicht untergeht, einmal eine Nacht von 24 St., da ſie gar nicht aufgeht.

Für die Orte der kalten Zonen hält dieſer beſtändige Tag deſto länger an, je näher ſie den Polen liegen. Der Tag fängt an, wenn die Abweichung der Sonne dem Complemente der Polhöhe gleich wird, und dauert über die Sonnenwende hinaus, bis die abnehmende Abweichung wieder eben ſo groß geworden iſt. Einem Orte, der 70° nördliche Breite hat, fängt der beſtändige Tag an, wenn die Sonne 20° nördliche Abweichung bekömmt, d. i. den 20. May, und dauert über den 21 Jun. hinaus, bis ſie im

Niederſteigen wieder dieſelbe nördliche Abweichung bekömmt, d. i. bis zum 19 Jul.

Endlich fängt unter den Polen ſelbſt, wo die Polhöhe = 90° iſt, der beſtändige Tag ſchon mit der Abweichung = 0, oder mit der Nachtgleiche ſelbſt, an und endigt ſich erſt mit der folgenden Nachtgleiche. Er dauert alſo ein völliges Halbjahr; für den Nordpol vom 20 März bis 23 Sept.; für den Südpol vom 23 Sept. bis 20 März.

So findet man die Länge der natürlichen Tage, wenn man alle Urſachen, wodurch ſie vergrößert wird, bey Seite ſetzt. Aber theils die ſcheinbare Größe der Sonnenſcheibe, wobey der obere Rand eher auf- und ſpäter untergeht, als der Mittelpunkt, theils die Stralenbrechung, welche das Bild der Sonne über den Horizont erhebt, wenn gleich die Scheibe ſelbſt unter demſelben ſteht, ſ. **Stralenbrechungen, aſtronomiſche**, vergrößern die Länge des Tages. So wird die Dauer des längſten Tages bey uns durch beyde Urſachen zuſammen um $4\frac{1}{4} + 8\frac{1}{2} = 16\frac{3}{4}$ Min. vergrößert.

Käſtner Anfangsgr. der Chronologie. §. 3. 4.

Tagbogen, Arcus diurnus, *Arc diurne.* Wenn der Tagkreis eines Geſtirns NSMT (Taf. XXIV. Fig. 43.) vom Horizonte HSRT, in S und T durchſchnitten wird, ſo heißt der über dem Horizonte liegende Theil SMT des Geſtirns **Tagbogen**, ſo wie man den andern unter den Horizont fallenden Theil TNS den **Nachtbogen** (arcus nocturnus) nennen könnte. Der Mittagskreis HMPQpH theilt beyde Bogen in gleiche Helften; daher iſt SM = MT der **halbe Tagbogen** (arcus ſemidiurnus, *arc ſemidiurne*).

Der Bogen des Aequators AD, welcher mit SM zwiſchen einerley Abweichungskreiſen PMA und PSD enthalten iſt, iſt SM ähnlich, d. h. er hat eben ſo viel Grade, Min. Sec ꝛc. als SM. Daher heißt auch AD der halbe Tagbogen des Sterns, dem der Tagkreis NSMT zugehört. Beym Worte **Aſcenſionaldifferenz** (Th. I. S. 130. 132.) findet man ſchon, daß

$AD = AO + OD = 90° +$ Aſc. diff.

ſey, und daß das doppelte AD in Zeit verwandlet die Dauer der Sichtbarkeit des Sterns gebe. Man überſieht hieraus bald, daß für Sterne, die im Aequator ſelbſt ſtehen, der Tagbogen ein Halbkreis, für die in der nördlichen Halbkugel bey uns größer, für die in der ſüdlichen (deren Aſc. diff. negativ iſt) kleiner, als ein Halbkreis, ſey.

Wenn die nördliche Abweichung des Sterns = QR (oder dem Complemente der Polhöhe PR zu 90° gleich) wird, ſo iſt die Aſc. diff. = 90°, AD = 180°, und der Tagbogen verwandlet ſich in einen ganzen Kreis. Es fällt nemlich des Sterns ganzer Tagkreis RK über den Horizont, oder der Stern **geht gar nicht unter.** Noch weniger können diejenigen Sterne untergehen, die dem Pole P noch näher ſtehen, oder deren nördliche Abweichung noch größer, als das Complement der Polhöhe (d. i. für Leipzig größer als 38° 40′ 19″) iſt.

Iſt hingegen die ſüdliche Abweichung des Sterns = AH oder noch größer (d. i. der Aequatorhöhe des Orts, dem Complemente der Polhöhe, gleich oder größer), ſo fällt der ganze Tagkreis, wie HI unter den Horizont, und ſolche Sterne **gehen in unſern Ländern gar nicht auf.**

Tagkreiſe, Circuli diurni, *Cercles diurnes.* So nennt man alle mit dem Aequator parallele Kreiſe der Himmelskugel, ſ. **Parallelkreiſe.** Durch jeden Punkt der Himmelskugel, oder durch jeden Stern S, Taf. XXIV. Fig. 43. kan ein ſolcher Kreis, wie NSMT, gezogen werden. Und da die 24ſtündige Umwälzung der Himmelskugel nach einer dem Aequator parallelen Richtung erfolgt, ſo iſt dies eben der Kreis, in welchem der Stern S durch die gemeine Bewegung täglich einmal herumgeführt wird, dem man daher den Namen ſeines **Tagkreiſes** giebt.

Manche Tagkreiſe, wie NSMT werden von dem Horizonte des Beobachtungsorts HR durchſchnitten, und in einen Tagbogen und einen Nachtbogen zertheilt. Manche, wie RK, fallen ganz über, oder wie HI, ganz unter den Horizont, ſ. **Tagbogen.** Der Mittagskreis HMPQpH

ſchneidet jeden Tagkreis zweymal ſenkrecht, einmal an ſeiner höchſten, das anderemal an ſeiner niedrigſten Stelle, z. B. in M und N, in K und R, ſo daß ſich beyde Durchſchnittspunkte im Tagkreiſe ſelbſt gegenüber ſtehen. Daher geht jeder Stern täglich zweymal durch den Mittagskreis; beyde Durchgänge aber ſind nur alsdann ſichtbar, wenn der ganze Tagkreis über den Horizont fällt.

Man kan die Tagkreiſe, wie alle Kreiſe, in Grade, Minuten, Secunden ꝛc. theilen. Weil ſie aber kleinere Kreiſe der Sphäre ſind, ſo ſind auch ihre Grade kleiner, als die Grade der gröſten Kreiſe, oder des Aequators. Es fällt in die Augen, daß hiebey eben das Verhältniß ſtatt findet, welches (Th. III. S. 408.) für die Parallelkreiſe der Erdkugel angegeben iſt, nur daß am Himmel das Abweichung heißt, was man auf der Erdkugel Breite nennt, nemlich der Abſtand vom Aequator AM = QN. Mithin iſt

Grad des Tagkreiſes = Grad des Aequ. × coſ. Abweich.
Für einen Stern von 60° Abweichung iſt ein Grad ſeines Tagkreiſes nur halb ſo groß, als ein Grad des Aequators.

Nun durchläuft jeder Stern ſeinen ganzen Tagkreis in 24 Stunden, mithin jede 15° deſſelben in 1 Stunde, jeden Grad in 4 Min., jede Minute in 4 Secunden Sternzeit. Nach dem angegebenen Verhältniße bringt man dieſe Grade u. ſ. w. auf Grade gröſter Kreiſe, wenn man ihre Anzahl durch den Coſinus der Abweichung des Sterns multiplicirt. So kan man ſich der täglichen Bewegung bedienen, um kleine Größen am Himmel durch die Zeit abzumeſſen.

Man findet z. B., daß ein Stern, der 60° Abweichung hat, 4 Min. Zeit braucht, um den Durchmeſſer des Geſichtsfeldes in einem unbewegt ſtehenden Fernrohre zu durchlaufen. In 4 Min. Zeit durchläuft dieſer Stern einen Grad ſeines Tagkreiſes, welches mit coſ. 60° = ½ multiplicirt, einen halben Grad oder 30′ eines gröſten Kreiſes giebt. Daher iſt der Durchmeſſer des Geſichtsfelds in dieſem Fernrohre = 30′. Durch dieſes Mittel beſtimmt

man den Werth der Umdrehungen bey Mikrometerſchrauben, ſ. Mikrometer. (Th. III. S. 209).

Der Aequator läßt ſich ſelbſt als ein Tagkreis, mithin als der gröſte unter allen, betrachten. Er iſt der Tagkreis der Sonne an den Tagen der Nachtgleichen, ſ. Nachtgleiche. Die Wendekreiſe ſind die Tagkreiſe der Sonne an den Tagen der Sonnenwenden, und die Polarkreiſe die Tagkreiſe der Pole der Ekliptik, ſ. Wendekreiſe, Polarkreiſe.

Taucher, Carteſianiſche, ſ. Carteſianiſche Männchen.

Taucherglocke, Täucherglocke, Campana urinatoria, *Cloche du plongeur.* Man giebt dieſen Namen einer Vorrichtung, in welcher ſich ein Menſch eine Zeit lang in einer beträchtlichen Tiefe unter Waſſer aufhalten kan.

Die Taucher (Vrinatores, *Plongeurs*) waren ſchon bey den Alten ſehr bekannt, und werden noch jetzt unter den uncultivirteſten Nationen häufig angetroffen. Sie können aber, ohne zu athmen, doch nicht lang unter dem Waſſer bleiben. Gmelin (Reiſe durch Rußland, Th. II. S. 199.) führt an, daß die aſtrachaniſchen Taucher etwa ſieben Minuten aushalten, Oldenburgh (Acta philoſoph. ſocietatis in Anglia. Lipſ. 1675. 4. p. 724.) meldet, ein holländiſcher Taucher ſey ſo lang unter Waſſer geweſen, daß ein Beobachter unter der Zeit wenigſtens zehnmal habe athmen müſſen; die oſtindiſchen Perlenfiſcher aber könnten eine Viertelſtunde lang ausdauren.

Man hat ſehr früh auf Mittel gedacht, den Tauchern unter dem Waſſer Luft zu verſchaffen, um die Dauer ihres Aufenthalts zu verlängern. Ariſtoteles (Problem. XXXII. §. 5.) führt ſchon an, daß die Taucher einen mit Gewalt hinabgedrückten Keſſel brauchen (λέβητα καταφέντες), der ſich nicht mit Waſſer füllt, ſondern Luft hält, wenn er gerade hinabgelaſſen wird. Dies ſcheint der Taucherglocke ſehr ähnlich zu ſeyn; aber die Stelle iſt zu dunkel, weil man nicht entſcheiden kan, ob das Wort καταφέντες ein Ueber-

ſtürzen des Keſſels über den Kopf, oder ein bloßes Nachſchicken deſſelben anzeige, in welchem letztern Falle der Keſſel blos als Luftmagazin gedient hätte, zu welchem der Taucher ſeine Zuflucht nehmen konnte, ſo oft ihn das Bedürfniß zu athmen dazu antrieb.

Die älteſte Nachricht vom Gebrauche der Taucherglocke in Europa iſt vom Jahre 1538, und wird vom P. Schott (Technica curioſa. L. VI c. 9. p. 393.) aus Taiſnier Opuſc. de motu celerrimo angeführt. Taiſnier ſahe zu Toledo in Gegenwart Kaiſer Carls V. und vieler tauſend Zeugen, wie zween Griechen ſich in einem umgekehrten Keſſel unter Waſſer lieſſen, und mit einem brennenden Lichte, ohne naß zu werden, wieder herauf kamen. Der Kanzler Baco (Novum Organon L. II. §. 50. in Opp. lat. transl. Lipſ. 1694. fol. p. 408. ingl. Phaenomena univerſi, ibid. p. 702.) beſchreibt ſchon die ganze Vorrichtung ſehr umſtändlich.

In der letzten Helfte des vorigen Jahrhunderts bemühte man ſich, die Schätze, welche 1588 mit den Schiffen der ſogenannten unüberwindlichen Flotte verſunken ſeyn ſollten, bey der Inſel Mull an der weſtlichen Küſte von Schottland aus dem Meere heraufzuholen. Die dabey gebrauchte Taucherglocke beſchreibt Sinclair (*G. Sinclari* ars nova et magna gravitatis et levitatis. Roterod. 1669. 4. p. 220.), aber ohne ſich die Erfindung derſelben beyzulegen, die ihm vom Paſchius (Inventa nov-antiqua Lipſ. 1700. 4. p. 650.) und Leupold (Theatr. ſtatic. univerſ. P. III. Leipz. 1726. fol. S. 242.) mit Unrecht zugeſchrieben wird. Man brachte im Jahre 1665 einige Kanonen, und 1688 andere Koſtbarkeiten herauf, deren Werth jedoch im Ganzen nicht viel betragen haben ſoll. Glücklicher war die Unternehmung, die der Herzog von Albemarle 1687 durch William Phipps ausführen ließ, die Schätze eines an der Küſte von Hiſpaniola verſunkenen ſpaniſchen Schiffes aufzuſuchen, wobey man einen Werth von 300000 Pfund Sterling aus einer Tiefe von 6 – 7 Klaftern hervorzog.

Leupold (Theatr. pontificiale. Leipz. 1726. fol. Cap. 2. Taf. I – III.) hat eine Menge Vorſchläge, den Aufent-

halt unter Waſſer zu verlängern, beſchrieben und abgebildet. Die daſelbſt (Tab. II. A) vorgeſtellten ſind ſämmtlich aus einer alten deutſchen Ueberſetzung des Vegetius De re militari genommen. Die erſte der Taucherglocke ähnliche Erfindung iſt aus dem Lorini (Le fortificationi di *Bonnaiuto Lorini.* in Venetia. 1609. fol.), und beſteht aus einem viereckigten mit Eiſen beſchlagnen Kaſten, der mit Fenſtern verſehen ſeyn, und unten einen Schemel für den Taucher enthalten ſoll. Im Jahre 1671 lehrte Nicolaus Witſen (Scheeps-bouw beſchreven door *Nic. Witſen.* Amſt. 1671. fol. p. 288.) die Einrichtung und den Gebrauch der Glocke richtiger; auch beſchrieb ſie Borelli (De motu animalium. 1679. 4.), nebſt einem andern beym Leupold (Tab. II. Fig. 4.) abgebildeten Vorſchlage, deſſen Unmöglichkeit Jacob Bernoulli (Act. erud. Lipſ. 1683. Decemb. p. 553.) gezeigt hat. Sturm (Colleg. curioſum. Norimb. 1678. 4.) beſchrieb die Glocke nach Sinclair, und that einige Vorſchläge zu ihrer Verbeſſerung.

Dieſe Taucherglocke ſelbſt beſteht aus dem glockenförmigen Gefäße EKF (Taf. XXIV. Fig. 44.) von Holz oder Metall. Daran hängt entweder unten eine Tafel MN, auf der der Taucher ſtehet, oder es ſind im Umfange Querhölzer angebracht, auf denen er ſitzet. Der Fußtritt MN hängt etwa 2 Fuß tief unter dem Rande der Glocke. Wenn nun auf MN ein Menſch tritt, ſo befindet ſich ſein Kopf und Oberleib bis auf 4 Fuß im inwendigen Raume der Glocke. Wird die Glocke ſo ins Waſſer geſenkt, daß der ganze Rand EF die Oberfläche des Waſſers mit allen ſeinen Punkten zugleich berühret, ſo wird die Luft in EFK eingeſperrt, und kan durch tieferes Hinablaſſen der Glocke zwar mehr zuſammengedrückt, aber nie herausgetrieben werden, ſo daß ſich der Kopf des Tauchers nebſt Bruſt und Armen ſtets im Trocknen und in der eingeſchloßnen Luft befindet.

Wenn der Druck der Atmoſphäre dem Drucke einer Waſſerſäule von 32 Fuß Höhe gleich iſt, ſo wird dem mariottiſchen Geſetze gemäß, die Luft in der Glocke EFK, wenn

ſelbige 32 Fuß tief unter Waſſer verſenkt iſt, bis auf die Helfte des vorigen Raumes, wenn die Glocke 64 Fuß tief verſenkt iſt, bis auf das Drittel deſſelben u. ſ. w. zuſammengedrückt ſeyn. Ueberhaupt, wenn die Höhe der dem Drucke des Luftkreiſes gleichwiegenden Waſſerſäule = a Fuß iſt, ſo wird ſich unter dem Waſſer in einer Tiefe von b Fuß die Dichte der eingeſchloßenen Luft zur Dichte der äuſſern freyen Luft, wie $a + b : a$ verhalten. Es bleibt alſo immer die Schwierigkeit übrig, daß bey großen Tiefen der Taucher eine ſehr dicht zuſammengepreßte Luft athmen muß, welche noch überdies durch die Reſpiration ſelbſt bald verdorben, und zum fernern Athmen untüchtig wird.

Man hat dieſen Fehlern auf mancherley Art abzuhelfen geſucht. Halley (The art of living under water in Philoſ. Trans. 1717 u. 1721.) ließ eine Glocke von 8 Fuß Höhe, 5 Fuß Weite am untern, 3 Fuß am obern Ende, und 63 Cubikfuß Inhalt verfertigen, die mit Bley überzogen, und ſo ſchwer war, daß ſie ſchon leer zu Grunde ſank. Am untern Rande waren Gewichte vertheilt, die denſelben ſtets horizontal hielten. Oben war ein ſtarkes Glas eingeſetzt, um Licht durchzulaſſen; auch war ein Hahn angebracht, die verdorbene Luft herauszulaſſen. Die ganze Maſchine hieng an einem Querbalken am Maſtbaume des Schiffes. Es wurden große mit friſcher Luft angefüllte Schläuche hinabgelaſſen, welche der Druck des Waſſers ſo zuſammenpreßte, daß der Taucher durch lederne mit Oel getränkte Röhren dieſer Luft einen Ausgang in die Glocke verſchaffen, und die verdorbne dagegen durch den Hahn herauslaſſen konnte. Durch dieſes Mittel brachte es Halley ſo weit, daß er nebſt vier andern Perſonen $1\frac{1}{2}$ Stunden lang 9 – 10 Klaftern tief unter Waſſer bleiben konnte. Er machte durch die Menge der eingelaſſenen Luft den Meergrund ſo trocken, daß er nicht bis über die Schuhe in den Schlamm oder Sand trat. Durch das Fenſter fiel ſo viel Licht ein, daß er bey ſtiller See leſen und ſchreiben konnte: er ſchrieb ſeine Befehle mit einem eiſernen Griffel auf Bley, und ſchickte ſie mit den leergewordenen Luftſchläuchen hinauf. Bey trübem Wetter und ſtürmiſcher See hingegen, war es un-

ten ganz finſter, und er muſte ein Licht brennen, das aber faſt eben ſo viel Luft, als ein Menſch, verzehrte. Die einzige Ungemächlichkeit, die er empfand, war ein Schmerz in den Ohren, der von der Verdichtung der Luft beym Hinablaſſen der Glocke entſtand, aber bald wieder vergieng, wenn nur die Glocke ſehr langſam niedergelaſſen ward. Um einen Taucher aus der Glocke auf dem Meergrunde verſchicken zu können, erfand Halley eine bleyerne Kappe, die für ein paar Minuten Luft faßte, über den Kopf gedeckt ward, und durch ein dichtes biegſames Rohr mit der Glocke in Verbindung ſtand.

Der Schwede **Martin Triewald** (Konſt at lefwa under watnet. Stockholm, 1741. 4. ingl. Philoſ. Trans. 1736.) ließ die Glocke viel kleiner und wohlfeiler aus inwendig verzinntem Kupfer machen. Der untere Schemel iſt ſo niedrig angebracht, daß der Kopf des Tauchers nur gerade über die Waſſerfläche in der Glocke hervorragt, und noch viel Luft über ſich hat, welches weit beſſer iſt, weil die verdorbene Luft in den obern Raum aufſteigt. Damit man ſich aber auch in dem obern Raume aufhalten könne, geht an der Seite der Glocke eine rund umher gewundene kupferne Röhre in den untern Theil, aus welcher die untere friſchere Luft durch einen ledernen Aufſatz mit einem Mundſtücke von Elfenbein eingeſogen werden kan.

Martin (Philoſophia Britannica, überſ. von **Wilke**. Leipz. 1772. III Th. gr. 8. II. Th. S. 224.) hat die Glocken des **Halley** und **Triewald** abgebildet, und ſetzt hinzu, ein Engländer habe einen ganzen Anzug von ſtarkem dichten Leder erfunden, welcher ungefähr ein halbes Oxhöft Luft enthalte, genau über Arme und Beine paſſe, und vorn mit einem Glaſe verſehen ſey. In dieſem Anzuge ſey er auf dem Meergrunde herum und in die Zimmer verſunkener Schiffe gegangen, um aus denſelben Güter heraufzuholen, welches über 40 Jahre lang getriebene Gewerbe ihm einen anſehnlichen Gewinn verſchaft habe.

Beckmann Beyträge zur Geſchichte der Erfindungen. Erſter Band, Leipz. 1782. 8. Viertes St. Num. 6.

Karſten Lehrbegrif der geſammten Mathem. Dritter Theil. Greifsw. 1769. 8. Aeroſtatik, §. 10.

Tavtochroniſch, Tavtochrona, *Tautochrones.* So nennt man Wirkungen, die in gleich langen Zeiten erfolgen, daß alſo das Wort eben ſo viel, als iſochroniſch bedeutet, ſ. Iſochroniſch.

Tavtochroniſche Linien (Linien von einerley Zeiten des Falles) heiſſen in der höhern Mechanik diejenigen, in welchen ein Körper, von einer gegebnen Kraft getrieben, gleichviel Zeit braucht, um an eine gegebne Stelle zu gelangen, an welchem Punkte der Curve auch die Bewegung anfangen mag. Für Kräfte, die immer gleich ſtark und nach parallelen Richtungen wirken, wie z. B. die Schwere der Erdkörper, iſt die Cykloide eine ſolche Curve: der fallende Körper erreicht ihren tiefſten Punkt in gleich langer Zeit, er mag nun durch einen größern oder kleinern Bogen fallen. Für Centralkräfte, die immer nach einem Punkte treiben, ſind es Epicykloiden, logarithmiſche Spirallinien u. ſ. w. Euler (Comm. Acad. Petrop. To. VII. p. 49. ſqq. ingl. Mechan. To. II. prop. 46. ſqq.) hat von dieſen Linien in der gröſten Allgemeinheit gehandlet.

Teleologie, Teleologia, *Téleologie.* Die Lehre von dem Zweckmäßigen in der Einrichtung der Welt.

Bey der Unterſuchung der Natur bieten ſich von ſelbſt, in nicht geringer Menge, Betrachtungen über die wohlthätigen Folgen der wirklichen Einrichtung der Welt und ihrer Geſetze an. Es fällt unmöglich, dieſe Folgen einem zweckloſen Ungefähr zuzuſchreiben. In allem zeigt ſich weiſer Plan und Anlage zu Beförderung des Wohls unzählbarer empfindenden Weſen, insbeſondere der Menſchen, für deren fortdaurende Ausbildung zu höherer Vollkommenheit vorzüglich geſorgt zu ſeyn ſcheint. Sehr wahrſcheinlich erſtreckt ſich dieſes weit über die Grenzen unſers Erdballs hinaus auf eine zahlloſe Menge denkender, empfindender und mannigfaltiger Glückſeligkeit fähiger Geſchöpfe, und ſelbſt für uns Erdbewohner ſcheint es weiter, als

bloſs auf die kurze Dauer dieſes gegenwärtigen Lebens zu reichen.

Da kein Unbefangner ſo etwas für bloßes Spiel des Zufalls halten, oder auch dieſes aus der Natur hervorleuchtende Abſichtliche und Zweckmäßige läugnen kan, ſo entſteht hieraus nicht nur ein Beweiß für das Daſeyn der Gottheit, den ſchon die Alten für einen der ſtärkſten erkannten (*Cic.* Tuſcul. Diſp. I. 28. 29. De nat. Deor. II. 37. 38.), ſondern auch eine zur Bewunderung hinreiſſende und zu Erfüllung unſerer Pflichten antreibende Erkenntniß der erhabnen Eigenſchaften dieſes höchſten Weſens. (Quatenus ex philoſophia naturali intelligere poſſumus, quaenam ſit prima rerum Cauſa, et quam poteſtatem et jus ea in nos habeat, & quae beneficia ei accepta ſint referenda; eatenus officium noſtrum erga eam, æque ac erga nosmetipſos invicem, quid ſit, per lumen Naturæ innoteſcit, *Newtoni* Optice. L. III. ſub fin.).

Betrachtungen dieſer Art gewähren ein großes und edles Vergnügen, das den Reiz theoretiſcher Speculationen bey weitem überſteigt. „Als ich entdeckt hatte", ſagt Herr de Lûc (Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, der Ueberſ. B. I. S. 37.) „daß die Grade der „Ausdehnung des Waſſers durch die Wärme, den Gra„den der wirklichen Vermehrung der Wärme nicht propor„tional, ſondern anfangs ungemein klein in Vergleichung „mit den letztern Schritten ſind, ſo dachte ich über die Ur„ſache davon nach, machte eine Hypotheſe, prüfte ſie mit „glücklichem Erfolg, und freute mich darüber ſo ſehr, als „man ſich nur über eine phyſikaliſche Entdeckung freuen „kan; vergaß aber die ganze Sache wieder, ohne daß ſie „mir etwas mehr, als ſchwache Erinnerungen, zurückge„laſſen hätte. Als ich aber einſt überlegte, daß ſich in al„len Körpern Waſſer befinde, daß es das Vehikel aller „Nahrungsmittel im Thier- und Pflanzenreiche, und in „allen die Nahrungsſäfte zuführenden Gefäßen enthalten „ſey, daß es alſo alle organiſirte Körper zerſtören würde, „wenn es bey den natürlichen Veränderungen der Wärme „der Luft ſtarken Ausdehnungen und Zuſammenziehungen

„ausgeſetzt wäre, ſo ward mein ganzes Herz von Bewun„derung der Weisheit des Schöpfers ergriffen; ich fühlte „durch dieſe Entdeckung den Schatz meiner wichtigſten „Kenntniße bereichert, und noch jetzt kan ich nie ohne Ent„zücken hieran gedenken.“

Dennoch iſt die Summe dieſer ſchönen Betrachtungen viel zu unvollſtändig, als daß ſie ſich in ein ſyſtematiſches Ganzes zuſammenordnen lieſſe. Die Zwecke ſehr vieler Veranſtaltungen in der Körperwelt bleiben dem Menſchen verborgen, und oft hat man darüber nur ſchwache Muthmaßungen, denen weit ſtärkere Gründe entgegen ſtehen. Ueberdies nöthigt uns das unläugbare **phyſiſche Uebel**, die letzten Zwecke nicht auf dieſer Erde zu ſuchen, und das gegenwärtige Leben nur als Bildung und Vorbereitung zu einer uns **gänzlich verborgnen Zukunft** anzuſehen. Mithin muß die Entwickelung des ganzen Plans der Vorſehung in allen ſeinen Theilen unſere Kräfte bey weitem überſteigen, und wir werden dem Gegner ſehr leicht Blößen geben, wenn wir uns allzuweit in dieſem Felde wagen.

Inzwiſchen iſt es doch ſehr nützlich, die teleologiſchen Bruchſtücke aus der eigentlichen Phyſik mit gehöriger Mäßigung und Behutſamkeit zuſammen zu ſtellen. Ich habe beym Worte **Phyſik** (Th. III. S. 508.) einige hieher gehörige Schriften genannt; aber die ſeitdem gemachten Entdeckungen erfordern beträchtliche Abänderungen und Zuſätze zu denſelben. Zwar fehlt es uns nicht an oberflächlichen Schriften, deren Verfaſſer bey jedem einzelnen Phänomen in Declamationen über die Zwecke der Vorſehung ausbrechen: aber oft geſchieht dies auf eine ſehr unſchickliche Art, die den Leſer ermüdet, dem Kenner Verdruß erregt, dem Gegner nur neue Waffen in die Hände giebt, und im Grunde der guten Sache mehr Schaden als Vortheil bringt. Möchte doch irgend ein einſichtsvoller Phyſiker, der mit den Talenten des Philoſophen zugleich die Vorzüge des angenehmen Schriftſtellers verbände, dieſen wichtigen Gegenſtand mit der ihm angemeſſenen Gründlichkeit, Feinheit und Würde behandlen!

Man muß bey den teleologiſchen Sätzen zuvor die Thatſachen und Geſetze erweiſen, und dann erſt aus ihnen die Zwecke folgern oder muthmaßen: nicht aber in umgekehrter Ordnung Zwecke vorausſetzen, und aus dieſen Naturgeſetze und Thatſachen **demonſtriren** oder **erklären** wollen. In der Phyſik müſſen die Demonſtrationen blos auf Erfahrungen beruhen, und die Cauſalerklärungen aus den **wirkenden**, nicht aus den **Endurſachen** abgeleitet ſeyn. In dieſen Fehler würde man verfallen, wenn man mit Ariſtoteles und den Scholaſtikern gewiſſe Begebenheiten aus den **Abſichten** der Natur, **nichts vergeblich zu thun, das Beſte zu wählen, die Leere zu vermeiden** u. ſ. w., oder die Geſetze des Stoßes aus der Abſicht, **immer gleich viel Bewegung zu erhalten**, die Mechanik aus der Abſicht der **Erhaltung lebendiger Kräfte** u. dergl. herleiten wollte; oder wenn man durch Fermats, Leibnitzens, von Maupertuis u. a. Sätze, daß der Schöpfer **die kürzeſte Zeit, den leichteſten Weg, die kleinſte Wirkung** gewählt habe, Demonſtrationen der Naturgeſetze zu erhalten glaubte. Die gehörige Ordnung der Schlüſſe iſt gerade die umgekehrte. **Maupertuis** ſelbſt (Eſſai de Coſmologie am Schluſſe des I. Th.) hat dies ſehr deutlich gefühlt. „Ich hätte“, ſagt er, „von den Geſetzen, wie ſie „die Mathematiker angeben, und wie ſie die **Erfahrung** „**beſtätiget**, ausgehen, und erſt nachher in ihnen die Spu„ren der göttlichen Macht und Weisheit aufſuchen können. „Aber da die Erfinder dieſer Geſetze Vorausſetzungen zu „Hülfe nehmen, die nicht rein geometriſch ſind, mithin die „Gewißheit der Sache nicht auf ganz ſtrenge Demonſtra„tionen gegründet iſt; ſo hielt ich es für ſicherer und vor„theilhafter, ſie aus den Eigenſchaften eines allmächtigen „und allweiſen Weſens herzuleiten. Wenn ich auf dieſem „Wege eben die Geſetze finde, die in der wirklichen Welt „ſtatt haben, iſt das nicht der ſtärkſte Beweiß, daß „ein ſolches Weſen vorhanden, und der Urheber die„ſer Geſetze ſey?“ Bey dieſer Wendung mag die Sache hingehen; aber immer bleibt die gewählte Schlußart nicht die ſicherſte: der Gegner der Vorſehung wird dabey

tauſend Mittel übrig behalten, aus eben den vorausgeſetzten Eigenſchaften der Gottheit Dinge herzuleiten, die in der wirklichen Welt nicht ſtatt finden.

Teleſkop, ſ. Fernrohr, Spiegelteleſkop.

Temperatur, Temperatura, Temperies äeris ſ. coeli, *Température.* Dieſen Namen giebt man der jedesmaligen fühlbaren Wärme des Luftkreiſes, oder dem Zuſtande der Luft in Abſicht auf dieſe Wärme. Die Temperatur wird durch den Grad ausgedrückt, den das der Luft ausgeſetzte Thermometer an einer bekannten Scale anzeigt, wobey aber die Scale, auf welche ſich der angegebene Grad bezieht, ausdrücklich benannt werden muß, weil es deren mehrere giebt, ſ. Thermometer.

Wir nennen die Luft warm, wenn ihre Wärme größer iſt, als die Wärme der äußern Theile unſers Körpers, kalt, wenn ſie geringer iſt. Die mittlere oder gemäßigte Temperatur, wobey ein geſunder Menſch, deſſen Körper in Ruhe iſt, die Luft weder warm noch kalt findet, läſt ſich etwa bey 54 Grad der fahrenheitiſchen, oder bey 10 Grad der reaum. Scale annehmen. Die Sommerwärme ſteigt in unſern Himmelsſtrichen von 64 — 100 Fahr. oder 14 — 31 Reaum., die Winterkälte etwa von 20 bis — 4 Fahr. oder von — 5 bis — 16 Reaum.; ob man gleich außerordentliche Beyſpiele ſtarker Fröſte hat, wobey das Thermometer bis — 21 fahr. (— 24 Reaum.) gefallen iſt, wie zu Leipzig im Februar 1785.

Sehr oft braucht man das Wort Temperatur auch von dem Grade der Wärme, den eingeſchloßne Luft (in Zimmern und Gefäßen) oder andere Körper zeigen. Der freyen Luft ausgeſetzt, nehmen alle Körper eine gleiche Temperatur an, lebende Thiere ausgenommen, die Wärme aus ſich ſelbſt hervorbringen, ſ. Wärme, thieriſche.

Endlich drückt man in der Muſik durch das Wort Temperatur eine gewiſſe Einrichtung der Tonleiter nach beſtimmten Verhältnißen, aus, ſ. Ton.

Teufel, carteſianiſche, ſ. Carteſianiſche Männchen.

Thau, Ros, *Roſée*. So nennt man diejenige Feuchtigkeit, welche ſich ſehr oft Abends nach Untergang und früh vor Aufgang der Sonne, an die Pflanzen in Geſtalt von Tropfen anlegt, auch die Flächen anderer der Luft ausgeſetzten Körper überzieht. Dieſe Erſcheinung iſt beſonders in den Sommermonaten, nach heiſſen Tagen, und bey ſtillem heitern Himmel, bey uns ſehr gemein.

Die Alten glaubten, der Thau komme von den Sternen, oder werde doch ſehr hoch in der Luft erzeugt. **Voſſius** ſetzt den Urſprung deſſelben in die Höhe einer deutſchen Meile. Wegen dieſes vermeinten aſtraliſchen Urſprungs haben die Alchymiſten im Thaue große Geheimniße geſucht. Daher kömmt auch die angenommene Redensart, daß **der Thau falle**, welche keinesweges in buchſtäblichem Sinne zu nehmen iſt.

Chriſtian Ludwig Gerſten, Profeſſor zu Gieſſen, (Diſſ. Roris decidui errorem antiquum et vulgarem per obſ. et exp. nova excutiens bey ſ. Tentam. ſyſt. novi ad mutationes barometri ex natura elateris aërii demonſtr. Frf. 1733. 8.) bewieß zuerſt durch viele Verſuche, daß wenigſtens in Heſſen der Thau faſt immer **aufſteige**. Jede Pflanze thaut nach ihrer eignen Art und Structur der Gefäße: bey vielen ſammlen ſich die Tropfen an den äuſſerſten Spitzen und an den Rändern der Blätter, welches bey herabfallenden Tropfen unbegreiflich wäre: Pflanzen mit Glocken bedeckt, werden eben ſowohl vom Thaue benetzt, als freyſtehende. Körper, die auf Metallblechen lagen, wurden bey Gerſtens Verſuchen vom Thaue nicht naß. Aehnliche und noch ſorgfältigere Verſuche machte **dü Fay** (Sur la roſée in den Mem. de Paris 1736.) bekannt. Er hieng Glasplatten in verſchiedenen Höhen über dem Boden wagrecht auf, und fand immer, daß nur ihre untere Fläche benetzt ward. Auch wurden die untern Platten eher naß, als die obern, und die Feuchtigkeit ſchien die, welche 31 Schuh hoch über dem Boden hiengen, erſt in einer halben Stunde zu erreichen. Gewiſſe Körper, z. B. Glas und Porcellan, traf der Thau weit ſtärker, als andere; auch gewiſſe Farben mehr, als andere. Wenn er

Glas auf einer Seite, nach Art der elektriſchen Ladungsplatten belegte, ſo ward es nicht mehr bethaut. Hieraus ſchloß auch du Fay, daß der Thau nur aufſteige, und vermuthete, daß er mit der Elektricität in Verbindung ſtehe.

Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2344. ſqq.) bringt noch mehr Verſuche bey, die er ſelbſt zu Utrecht und Leiden über den Thau angeſtellt hat. Er glaubt, es gebe ſowohl aufſteigenden, als fallenden Thau; doch jenen in größerer Menge. Dieſen aufſteigenden Thau nennt er mit Boerhaave eine Ausdünſtung der Erde und ein wahres Chaos aller Körper (terrarum halitum, & verum chaos omnium corporum). Henſhaw (Philoſ. Trans. num. 3. p. 33.) hatte friſch geſammleten und durch ein leinenes Tuch gedrückten Maythau nicht ganz durchſichtig und von gelblicher Farbe gefunden; in gläſernen Gefäßen der Sonne oder Wärme ausgeſetzt faulte er nicht; in hölzernen Gefäßen aber eher, als das Regenwaſſer. Muſſchenbroek hob Thauwaſſer in einer gläſernen Phiole 24 Jahr lang auf, und ließ es alle Winter frieren, ohne daß es ſeine Reinigkeit und Durchſichtigkeit verlohr, oder ſeinen Geſchmack und Geruch änderte. Sonſt ſind die Nachrichten der Chymiker von den Beſtandtheilen des Thaues ſehr verſchieden. Bergmann verſichert doch, vorſichtig geſammleter Thau komme an Farbe, Geſchmack und Geruch mit dem Regenwaſſer überein, zeige aber Spuren von Kochſalz und Salpeterſäure. Daher dürfe man ſich nicht wundern, daß das Gold bisweilen davon angegriffen werde, ob es gleich jetzt nicht mehr glücken wolle, das im Thaue geſuchte allgemeine Auflöſungsmittel daraus zu erhalten.

Muſſchenbroeks Verſuche lehren auch, daß mancher Thau auf alle Körper ohne Unterſchied, mancher nur auf gewiſſe Körper, fällt. Glas und Porcellan werden naß, wenn polirtes Metall und Steine daneben trocken bleiben. Unter verſchiedenen Arten von Leder nahmen das rohe Kalbfell, auch rother und gelber Saffian immer den meiſten, blaues und ſchwarzes Leder den wenigſten Thau an. Von einer Tafel, die halb von Glas, halb von Metall war, ward

bey du Fay die erſte Helfte naß, die zweyte nicht. Legte man eine Glasſcheibe über die Fuge, ſo ſetzte ſich viel Thau auf das Stück über dem Glaſe, wenig oder nichts auf das andere über dem Metalle. Ein polirtes Stück Metall in einem gläſernen Napfe blieb trocken, wenn gleich der Napf feucht ward: aber ein Stück Glas in einem metallnen Napfe ward naß, indem der Napf trocken blieb. **Muſſchenbroek** vermuthet eine Mitwirkung der Elektricität, die er überhaupt bey der Erklärung der Ausdünſtung zu Hülfe nimmt. Er fragt, ob vielleicht die Dünſte ſteigen, wenn Elektricität hinzukömmt, und fallen, wenn ſie wieder hinweggeht?

Er bemerkt übrigens, daß es bey ſtarkem Winde niemals thaue, wie ſchon Ariſtoteles anführe. Der meiſte Thau falle in Holland vom April bis zum October, meiſtens 2 — 3 Stunden nach Sonnenuntergang, und um Sonnenaufgang. Nach vorhergegangenem Regen, und überhaupt bey feuchtem Boden thaue es ſtark, ingleichen in den heiſſen Ländern, wo warme Tage mit kühlen Nächten abwechſeln, wie **Shaw** vom wüſten Arabien bemerke, wo die Reiſenden oft vom Thaue bis auf die Haut durchnetzt würden.

Le Roy (Sur l'élévation & la ſuſpenſion de l'eau dans l'air et ſur la roſée in den Mem. de Paris, 1751. p. 418.) gab aus ſeinem bekannten Syſtem über die Auflöſung des Waſſers in der Luft, eine ſehr leichte Erklärung des Thaues. Nach dieſem Syſtem verhält es ſich mit dem Thaue eben ſo, wie mit dem Beſchlagen der Fenſter geheizter Zimmer im Winter, und mit dem Anlaufen kalter Körper, die man ſchnell in die Wärme bringt. Wenn die Sonne den Tag über ſowohl die Erdfläche, als die Luft erwärmt hat, und nun unter den Horizont hinabſinkt, ſo wird der Luftkreis, wegen ſeiner geringern Dichte, eher, als die Erde, erkältet. Daher dauert die Ausdünſtung der Erdfläche, der Pflanzen und des Waſſers noch fort; ſobald nun die aufſteigende Feuchtigkeit die äußere kalte Luft berührt, ſchlägt ſie ſich an den Oberflächen der Körper in Geſtalt von Tropfen nieder. So läßt auch die erkältete Luft ſelbſt einen Theil des Waſſers fallen, das ſie bey wär-

merer Temperatur aufgelöſet halten konnte. Wenn ſich hingegen die Sonne des Morgens wieder nähert, ſo wird der Luftkreis zuerſt beſtralet und erwärmt; es ſchlägt ſich aber das Waſſer, das er enthält, an der kältern Erdfläche durch die Berührung derſelben nieder, und hiezu kömmt noch, daß ſich die erwärmte Luft in die Höhe erhebt, und ihr Abgang durch kältere Luft aus den benachbarten Gegenden erſetzt wird, welche ſo viel Feuchtigkeit, als die vorige wärmere, nicht mehr halten kan. Daher ſteigt, nach dieſem Syſtem, der Thau des Abends und in der Nacht, und fällt des Morgens.

Herr de Sauſſure (Eſſais ſur l'hygrométrie. Eſſ. IV. §. 320. 325.), der das Auflöſungsſyſtem ebenfalls annimmt, bemerkt, der Abendthau ſey bisweilen ſo häufig, daß das Hygrometer dabey bis auf den Punkt der gröſten Feuchtigkeit komme. Doch geſchehe dieſes noch weit öfter beym Morgenthau. In friſchen und ſtillen Nächten, welche auf Regentage folgen, bleibe das Hygrometer die ganze Nacht hindurch unverändert auf dem Punkte der gröſten Feuchtigkeit, ſelbſt wenn der Himmel vollkommen heiter ſey, und die Sterne im ſchönſten Glanze erſchienen. Dieſe vollkommne Durchſichtigkeit der Luft bey ihrer Sättigung mit Dünſten hält er für den ſtärkſten Beweiß einer wirklichen Auflöſung der Dünſte in derſelben. Uebrigens hat er gefunden, daß die Luftelektricität während des Thaues ſtärker werde.

Herr de Luc, der das Auflöſungsſyſtem ſchon in ſeinen Unterſuchungen über die Atmoſphäre beſtritten hat, nimmt dennoch an, daß die Dünſte nur bis zu einem gewiſſen Maximum, welches mit von der Wärme abhängt, in der Luft enthalten ſeyn können, und daß beym Thaue allemal dieſes Maximum, oder die äuſſerſte Feuchtigkeit, ſtatt finde. Inzwiſchen macht er einen Unterſchied zwiſchen dem Naßwerden der Pflanzen und der Feuchtigkeit anderer in der Luft aufgehangenen Körper (Neue Ideen über die Meteorologie, II. Th. §. 545.). Er ſchließt aus ſeinen bereits 1749 angeſtellten Verſuchen, daß beyde Phänomene aus verſchiedenen Urſachen entſpringen. In einem Faſſe ohne

Boden, in welchem in zwo verſchiedenen Höhen Leinwand ausgeſpannt war, zog zur Zeit des Thaues die obere Leinwand viel Waſſer ein, indem die untere nur wenig annahm. Ward hingegen zu gleicher Zeit ein Theil des Raſens mit Glasſcheiben bedeckt, ſo ward das bedeckte Gras dennoch eben ſo feucht, als das unbedeckte, und die Scheiben waren alsdann oben und unten naß, da ſie horizontal einen Fuß hoch über der Erde gehalten, ſich nur von oben befeuchteten. Daher ſcheint ihm das Bethauen der Körper in der Luft von einem wahren Niederfallen des Waſſers herzurühren, die Befeuchtung der Pflanzen aber nur den Zuſtand der Luft, der das Fallen des Thaues hervorbringt, zu begleiten, aber noch eine andere Urſache zu haben, die vielleicht vom Mechaniſmus der Vegetation abhängen möge. Die untere Befeuchtung aufgehangner Glasſcheiben beweiſe, daß ſelbſt während des Thaues die Ausdünſtung noch reichlich fortfahre.

Bey Tage iſt die Feuchtheit der untern Luftſchichten geringer, weil ſie wärmer ſind, und alſo mehr Waſſer enthalten können, oder nach Herrn de Lüc Ausdrucke (Neue Ideen §. 558.), weil ſie durch die Wärme mehr von ihrem Maximum entfernt werden. Bey Sonnenuntergang und in der Nacht nimmt die Wärme in der Luft ab, in der Erde aber und im Waſſer bleibt ſie, daher die Ausdünſtung fortdauert. Durch die Abnahme der Wärme nähern ſich die Dünſte ihrem Maximum, durch die Fortdauer der Ausdünſtung überſchreiten ſie daſſelbe; daher durch ihr Anhängen und Niederfallen der Thau entſteht. Daß die poſitive Luftelektricität beym Thaue ſtärker wird, erklärt Herr de Luc (§. 830.) mit de Sauſſure dadurch, daß der Thau einen Leiter bilde, der die Elektricität der obern Schichten in die untern überführe, welche letztern ſonſt wegen der Mittheilung an die Erdfläche allezeit eine etwas ſchwächere Elektricität zeigten.

Herr Hube (Ueber die Ausdünſtung und ihre Wirkungen in der Atmoſphäre. Leipzig, 1790. gr. 8. Cap. 35 und 36.), welcher neuerlich das Auflöſungsſyſtem wiederum ſehr ſcharfſinnig vertheidiget hat, giebt nach demſelben eine

ziemlich vollſtändige Erklärung der Phänomene des Thaues. Er leitet den Thau nicht von wirklich niedergeſchlagnen Dünſten, ſondern von unaufgelößten Waſſerbläschen her, die ſich in der untern Luft befinden. Seine Gründe ſind, daß ſich beym Thaue die Erwärmung nicht zeigt, die ſonſt jede Fällung des Waſſers aus der Luft begleitet, und daß das Thauwaſſer ſo unrein in Vergleichung mit dem Regenwaſſer iſt. Es wird zu dieſem Abſetzen der Bläschen eine ſchnelle Auflöſung erfordert, dergleichen bey trocknenden Körpern ſtatt findet, dahingegen ganze Waſſerſammlungen, beſonders bey gelinderer Wärme, langſamer dünſten, und den Bläschen Zeit genug verſtatten, ſchon in der untern Luft völlig aufgelößt zu werden. Daher kömmt es, daß es in den gemäßigten Zonen nur auf dem Lande, nicht auf dem Meere, in der heißen Zone aber überall reichlich thaut. Die Erkältung der Atmoſphäre fängt des Abends von unten an; daher ſetzt die untere Luft zuerſt einige Bläschen an die Körper ab, die ſie berühret. Die übrigen erheben ſich in die obere Luft, welche ſie ſtärker anzieht, bis auch dieſe nach und nach erkaltet, und ſie abſetzt. Daher werden von Körpern in verſchiedenen Höhen allemal die untern eher vom Thaue feucht, als die obern, und die Feuchtigkeit hängt ſich gewöhnlich mehr an die untern Flächen. Gegen Morgen wird der obere Theil der Atmoſphäre kälter; die Bläschen ſenken ſich alſo wieder gegen die Erde, und ſelbſt der Wind, der ſich alsdann erhebt, ſcheint ihre Anhäufung an der Erde zu befördern. In der Nacht ſelbſt fällt kein Thau, weil ſich die Bläschen, und ſelbſt die aufgelößten Dünſte, ſchon aus der untern Luft erhoben haben.

Der häufige Thau auf den Pflanzen iſt nur zum Theil wahrer Thau, zum Theil Schweiß der Gewächſe, der aus ihren einmal eröfneten Schweißlöchern dringt, und von der Luft wegen ihrer geringern Ziehkraft nicht, wie am Tage, aufgelöſet werden kan. Am häufigſten findet man dieſen Schweiß auf Pflanzen, welche die Nacht über bedeckt werden, weil ſie wärmer bleiben, und die eingeſchloßne Luft bald mit Feuchtigkeit geſättiget wird.

Zur Abſonderung des Thaues trägt die Luftelektricität das allermeiſte bey. Die poſitive Elektricität der Luft und der Bläschen wird durch die Kälte verſtärkt, und letztere werden nun von allen Körpern, die nicht elektriſirt ſind, angezogen, nähern ſich ihnen bis zur Berührung, und bleiben an ihnen hängen, wenn ihre Adhäſion gegen ſie ſtark genug iſt. Fehlt dieſe elektriſche Annäherung der Bläschen, ſo fällt kein Thau. Dies iſt der Fall, wenn Tags vorher das + E der Atmoſphäre ſehr ſchwach geweſen iſt, wenn Wolken oder andere Urſachen der Luft ihr + E rauben, worauf gewöhnlich Regen folgt, wenn ſtarker Wind die langſame Annäherung der Bläschen an die Körper hindert u. ſ. w.

Setzt man der thauenden Luft Leiter aus, die nicht iſolirt ſind, ſo ziehen ſie die Bläschen an, rauben ihnen ihr E, und behalten ſie an ſich, wenn die Adhäſion ſtark genug iſt, wie z. B. bey Holz, Erde, rauhem Metall; polirte Metallflächen nehmen das Waſſer nicht ſo leicht an, daher es die Luft an ſich behält. Sind die Leiter gut iſolirt, ſo nehmen ſie bald gleiche Elektricität mit den Bläschen an, ſtoßen dieſe zurück und bleiben trocken. Legt man z. B. Metall auf Glas, ſo bleibt nicht nur das Metall, ſondern auch rings um daſſelbe ein ſchmaler Streif vom Glaſe trocken. Nichtleiter, wenn ſie iſolirt ſind, oder auf ſchlechten Leitern ruhen, ziehen die Bläschen an, ohne Elektricität von ihnen anzunehmen, daher bleiben die letztern aus einer doppelten Urſache, wegen der Elektricität und Adhäſion, an ihnen hängen. Aus dieſem Grunde werden Glas, Porcellan, Seide, Wolle, auf Holz, Gras u. dergl. gelegt, ſo reichlich vom Thnu befeuchtet. Liegen aber Nichtleiter auf genau berührenden guten Leitern, die nicht iſolirt ſind, und alſo eine Art von Belegung ausmachen, ſo können ſie an der untern Seite — E annehmen; ſie rauben alſo der Luft ihr + E, ſtoßen die Bläschen ſtark ab, und bleiben trocken, wie ſchon du Fay an einer auf Metall liegenden Glastafel bemerkte.

Ich hoffe, man werde dieſe Erklärungen des Herrn Hube ſehr befriedigend finden. Ob gleich das Auflöſungs-

ſyſtem jetzt ernſtlich beſtritten wird, und aufs neue an Herrn Pictet einen überaus ſtarken Gegner gefunden hat, ſo kan doch der gröſte Theil der Hubiſchen Erklärungen mit geringer Abänderung auch in jedem andern Syſteme über die Ausdünſtung ſtatt finden, und was die Wirkungen der Luftelektricität betrift, die ich noch bey keinem Schriftſteller ſo bündig und übereinſtimmend mit den Erſcheinungen erklärt gefunden habe; ſo iſt das, was Herr **Hube** hierüber ſagt, vollends ganz von allen Syſtemen unabhängig.

Man kennt unter den Namen des **Mehlthaues** und **Honigthaues** (ros melleus) gewiſſe klebrige Feuchtigkeiten, welche ſich bisweilen auf einmal auf den Blättern, Zweigen der Bäume und Pflanzen zeigen, die Vegetation hindern, den Früchten ſchaden, und deswegen vom Landmanne ſehr gefürchtet werden. Der Name verräth ſchon, daß man ſie gewiſſen ſchleimigen oder öligen Beſtandtheilen einiger Arten des Thaues zugeſchrieben habe. Aber die Begriffe von dieſen Erſcheinungen ſind überhaupt noch viel zu unbeſtimmt, als daß man eine allgemeine Urſache davon anzugeben im Stande wäre. Manche Arten dieſes vermeinten Thaues können wohl aus Säften beſtehen, die aus den Bäumen oder Pflanzen ſelbſt ausſchwitzen, und von Krankheit oder Verderbniß derſelben herrühren: andere ſind ganz zuverläßig Säfte, die gewiſſe Inſecten ausſpritzen. So fand **Leche** (Geſchichte des Honigthaues, in den ſchwed. Abhandl. 1762. S. 89.), daß die Blattläuſe durch zwey auf dem Hinterleibe ſtehende Hörner ein ſüſſes Waſſer von ſich geben, das auf den Blättern und Zweigen eintrocknet, und ſonſt von den Bienen, Ameiſen u. dergl. verzehrt wird. Dies ſammlet ſich bisweilen in ſolcher Menge an, daß es von einem ſtarken Thau aufgelöſet herabfließt, und ganze Theile des Baumes mit einer klebrigen ſüſſen Feuchtigkeit überzieht. Aus den Blättern mancher Bäume, z. B. der Manna-eſche in Calabrien dringt auch da, wo ſie von Inſecten geſtochen ſind, ein ſüſſer Saft hervor, der zu Körnern verhärtet. So etwas iſt das bekannte Manna der Apotheken, von dem die Alten auch glaubten, daß es aus der Luft falle, bis man fand, daß be-

deckte Bäume deſſen eben ſo viel geben, als unbedeckte. Im übrigen kan es auch wohl ſeyn, daß der Thau, der ſo vielerley fremdartige Stoffe bey ſich führt, bisweilen etwas den Pflanzen ſchädliches enthält.

Sonſt befördert der Thau die Vegetation ungemein, und giebt oft bey anhaltender Dürre einen ſehr beträchtlichen Erſatz für den Mangel des Regens.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2344. ſqq.

Torb. Bergmann phyſ. Beſchreibung der Erdkugel durch Röhl. Zweyter Band, §. 112.

de Luc Neue Ideen über die Meteorologie, a. d. frz. Berlin u. Stettin, 1788. gr. 8. Th. II. an den angef. Stellen.

Hube Ueber die Ausdünſtung ꝛc. Leipzig, 1790. gr. 8. Cap. 35. 36.

Errleben Anfangsgr. der Naturl. Vierte Aufl. durch Lichtenberg. §. 729. 730.

Thauwetter, Aufthauen des Eiſes, Regelatio, Glaciei ſolutio, *Dégel, Fonte de Glace.* Derjenige Zuſtand des Luftkreiſes, bey welchem das vorher gefrorne Waſſer, durch die wieder zunehmende Wärme, in den gewöhnlichen Zuſtand der Flüßigkeit zurückkehrt — oder bey welchem der Froſt aufhört, ſ. Froſt. Herr von Mairan (Diſſ. ſur la glace. Paris, 1738, vermehrt 1749. 8. v. Mairan Abhandl. vom Eiſe, a. d. franz. Leipzig, 1752. 8. S. 256. u. f.) hat hierüber Bemerkungen gemacht, welche mir hier eine Stelle zu verdienen ſcheinen.

Er nennt als allgemeine Urſachen des Thauwetters die Rückkehr der Sonne zu unſerer Halbkugel, ihre nicht mehr ſo ſchief auffallenden Stralen, den kürzern Weg, den ſie durch den Luftkreis und die Dünſte nehmen, die warmen und feuchten Südwinde, und vorzüglich, nach der ihm eignen Hypotheſe, die Eröfnung und Aufſchließung der äußern Theile des Erdbodens durch einen häufigern Ausbruch der innern Dämpfe, ſ. Centralfeuer.

Die gewöhnlichſten und bekannteſten Folgen des Thauwetters ſind das Austreten der Flüße, die Zerſtörung der Brücken durch den Stoß der ſtarken Eisſchollen, welche die

Flüße mit ſich fortführen, und die Eisberge, die ſich bisweilen durch die von den Wellen über einander geworfenen Eisſchollen auf den Strömen oder mitten in den Eismeeren bilden. So hatte ſich im Jahre 1608 in Lyon auf der Saone ein ſolcher Eisberg angehäuft; man kan über das vermeintliche Wunder ſeiner Zerſtörung (welche allem Vermuthen nach durch Petarden bewirkt wurde) des **Mezeray** Auszug der Geſchichte von Frankreich bey dieſem Jahre nachleſen.

Es iſt leicht zu erklären, warum die Kälte empfindlicher zu werden ſcheint, wenn ſie ihrem Ende nahe iſt, und Thauwetter bevorſteht. Dies iſt mehrentheils nur Täuſchung der Sinne, wie das Thermometer beweiſet, welches faſt allezeit zu Anfang des Thauwetters ſteiget. Es verbreitet ſich aber alsdann in der Luft eine ſo große Menge Waſſertheilchen oder kleiner zerſchmolzener Eisſtückchen, welche noch ſehr kalt und dicht ſind, daß dieſelben, indem ſie ſich genauer, als die Luft, an unſere Haut anlegen, eine Empfindung von Kälte erregen, welche die Luft vorher nicht verurſachte. So ſcheint uns ein Nebel, der in der That wärmer, als die umgebende reine Luft, iſt, dennoch weit kälter, als dieſe. Zwar ſteht auch gewöhnlich das Thermometer nie tiefer, als kurz vor dem Thauwetter; das kömmt aber daher, weil die Kälte, die zugleich Urſache und Wirkung des Froſtes iſt, faſt immer wächſt, bis das Thauwetter einfällt. Gleichwohl kan man auch nicht läugnen, daß ſich in dem Augenblicke, da das Eis eines ganzen Landes aufgeht, eine wirkliche Kälte durch die Luft verbreitet. **Mairan** erklärt dieſes carteſianiſch aus der Menge ſubtiler Materie, welche alsdann auf die Zerſchmelzung verwendet, und der Luft und den Körpern entzogen werde: ſetzt man hier freye **Wärme** für ſubtile Materie, ſo iſt es die beſte Erklärung, die man nach den jetzigen Vorſtellungsarten von dieſem Phänomen geben kan.

In den gemäßigten Himmelsſtrichen ſcheinen Froſt und Thauwetter blos zufällig zu ſeyn. Die allgemeine Urſache des Wechſels der Jahrszeiten iſt hier nicht ſtark genug, um beydes zu beſtimmten periodiſchen Zeiten, oder auf eine be-

ſtändige Weiſe, hervorzubringen. Es friert und thaut in Paris zuweilen vor, öfter nach dem kürzeſten Tage, und von Jahr zu Jahr in ſehr verſchiedenen Zeiten des Winters. Man hat hier Winter ohne Eis, und Frühjahre, Herbſte, ſogar Sommer mit Fröſten. Man könnte faſt zweifeln, ob hier die allgemeine und beſtändige Urſache jemals den Froſt veranlaſſe, wenn ſich dieſe Urſache nicht dadurch zeigte, daß es weit mehr Winter giebt, in denen es friert, als ſolche, in denen es nicht friert. Aber weiter gegen den Aequator zu giebt es gewiß Länder, in deren Parallel es aus dieſer Urſache allein nie frieren würde; ſo wie gegen die Pole vermuthlich Länder, in denen es immer frieren müſte.

Ein anhaltender ſtarker Froſt theilt feſten Körpern, z. B. dicken Mauern, eine Kälte mit, die noch ſehr lange fortdauert, wenn ſchon das Thauwetter die Luft wieder erwärmt hat, ſonderlich an derjenigen Seite der Mauer, welche der äuſſern gelinden Luft am wenigſten ausgeſetzt iſt. So zeigen ſich nach langen und ſtarken Fröſten die innern Wände der Treppen und anderer Mauern in den Häuſern, die von geheizten Zimmern entfernt und vor der Sonne bedeckt ſind, ganz mit Eis oder Schnee überzogen, weil die Luft die Wärme weit eher annimmt, als ſelbige die dicken Mauern durchdringen kan, welche noch immer ſo kalt und kälter, als Eis, bleiben; und weil überdies die Luft während des Thauwetters mit viel Feuchtigkeit und geſchmolzenen Eistheilen überladen iſt. Alle dieſe Waſſertröpfchen oder Bläschen häufen ſich nach und nach an den Mauern über einander an, und bilden eine dünne ſchwammige Eisrinde, die aus lauter getrennten Theilchen beſteht, folglich, wie zerſtoßnes Eis, weiß und dem Schnee ähnlich iſt. Lange Fröſte werden faſt allemal ſehr ſtark, und haben Zeit genug, die Steine zu durchdringen; daher zeigt ſich nach ihnen auch allemal dieſe mehligte Rinde. So war in den Jahren 1729, 1741 ꝛc. die große Treppe des Louvre einige Tage lang 1 — 1½ Lin. und an manchen Orten auf 2 Lin. dick überzogen. Es iſt ein Irrthum, wenn man dieſe Art von Schnee einer aus den Mauern kommenden Feuchtig-

keit zuſchreibt. Aus der Mauer, die ſo kalt und wohl kälter, als das Eis iſt, kan keine Feuchtigkeit heraus gehen, weil alle darinnen enthaltene gefroren ſeyn muß.

Etwas ähnliches zeigt ſich an den äuſſern Wänden der metallenen, porcellanenen und irdenen Eimer, welche man mit Eis füllt, um das Getränk darinn abzukühlen; dieſe Gefäße ſind ganz mit Waſſertröpfchen bedeckt, die ihrer Fläche ein trübes mattes Anſehen geben. Dieſe Tröpfchen kommen aus der äuſſern Luft von den Dünſten, welche aus dem zergehenden Eiſe aufſteigen, und ſich zuweilen in den Eisgruben, wie ein Rauch, zeigen. Sie würden am Eimer gefrieren, wenn es nicht die Dicke des Gefäßes oder das Waſſer des ſchon zergangenen Eiſes verhinderte; noch eher würde dieſes geſchehen, wenn man die Kälte durch friſches Eis oder Salz verſtärkte.

So wie die Entſtehung des Eiſes am Rande und an der Oberfläche des Waſſers anfängt, ſo nimmt auch das Aufthauen ſeinen Anfang an den Rändern, Spitzen, Ecken, Kanten, und dann an der ganzen der Luft ausgeſetzten Oberfläche. Dennoch ſchmelzen auf der Fläche die Theile zuerſt, welche zuletzt einfroren, und die Eisfäden, mit welchen die Gefrierung anfieng, zergehen gewöhnlich am ſpätſten, weil ſie die ſtärkſte Dispoſition zum Gefrieren, alſo die wenigſte zum Aufthauen, haben.

Die allgemeine Urſache des Aufthauens wirkt blos durch die Berührung der feſten oder flüßigen Körper, welche das Eis umringen, je nachdem dieſelben mehr oder weniger warm ſind, und alſo mehr oder weniger Wärme mittheilen. Feſte Körper wirken unter gleichen Umſtänden deſto ſtärker und ſchneller, je dichter ſie ſind, und in je mehr Punkten ſie das Eis berühren. So ſchmelzt das Eis leichter durch die Berührung eines Metalls, welches über die Temperatur des Eispunkts erwärmt iſt, als durch die Berührung von Holz oder Wolle, wenn auch gleich dieſe letztere Subſtanzen wärmer, als das Metall, ſind.

Man erweiſet dieſes durch einen ſehr deutlichen Verſuch. Man nimmt zwey Stücken Eis von gleicher Größe und Geſtalt, und legt das eine auf einen ſilbernen Teller,

das andere auf die flache Hand, ſo ſchmelzt das erſte eher, als das letzte. Haguenot hat dieſen Verſuch 1729 vor der königlichen Societät zu Montpellier angeſtellt, und die Wirkungen verſchiedener Metalle mit einander verglichen. Auf Kupfer ſchmolz das Eis eher, als auf andern Metallen, und auf einem Platt- oder Bügeleiſen eher, als auf gewöhnlichem Eiſen, vermuthlich darum, weil es vom Platteiſen wegen ſeiner Glätte am genauſten berührt ward.

Der zum Thauen erforderliche Grad der Temperatur iſt, ſo viel man bis jetzt weiß, überall und an allen Orten einerley, und beſtimmt einen feſten Punkt des Thermometers, ſ. **Thermometer.** Doch hat Herr Luz (Anweiſ. Thermom. zu verfertigen. Nürnb. 1781. gr. 8. §. 129.) bemerkt, daß bey einfallendem Thauwetter das zergehende Eis allezeit um $\frac{1}{12}$ eines reaumüriſchen Grades wärmer, als ſonſt, iſt.

Mairan Abhandl. vom Eiſe, a. d. franz. Leipzig, 1752. 8. S. 248. u. f.

Briſſon Dictionnaire raiſ. de Phyſ. Art. *Dégel.*

Theilbarkeit, Diviſibilitas, *Diviſibilité.* Das allgemeine Phänomen der Körper, vermöge deſſen ſich jeder zertrennen, oder in kleinere, übrigens dem Ganzen ähnliche, Körper zerſtücken läſt, wenn eine hinlängliche äuſſere Kraft dazu angewendet wird.

Schon die Begriffe von Ausdehnung und Poroſität führen, mit einander verbunden, auf den Begrif von Theilbarkeit. Ausdehnung ſetzt mehrere Punkte oder Orte voraus, in welchen zu gleicher Zeit Materie eines Körpers vorhanden iſt; Poroſität drückt den Gedanken aus, daß dieſe Orte durch leere Stellen unterbrochen werden. Dies zeigt, daß das, was ſich in dem einen Orte befindet, nicht mit dem einerley ſeyn kan, was am andern Orte iſt, daß alſo die Materie nicht einfach, ſondern aus Theilen zuſammengeſetzt iſt, von denen man ſich gedenken kan, daß ihre Verbindung und Zuſammenhang durch hinlängliche Kräfte könne aufgehoben werden. Hiemit ſtimmt nun auch die Erfahrung überein. Dieſe lehrt uns, daß wir alle

Körper, die nur nicht gar zu klein ſind, wirklich in Theile zerlegen können, ſ. **Theilung.**

Daher verbinden wir den Begrif von Theilbarkeit mit unſerm aus der Erfahrung gezognen Begriffe vom Körper überhaupt, gedenken uns keinen Körper anders, als theilbar, und zählen aus dieſer Urſache die Theilbarkeit zu den allgemeinen Phänomenen oder Eigenſchaften der Körper.

Zwar hat die wirkliche Theilung der Körper durch künſtliche Mittel ihre Grenzen, und wir müſſen endlich bey Theilen ſtehen bleiben, die ſich durch alle unſere Geſchicklichkeit nicht weiter zertrennen laſſen. Die Natur übertrift hierinn die Kunſt bey weitem, und ihre Theilungen überſteigen oft unſere Einbildungskraft; allein auch die Kunſt vermag die Theilungen der Körper unglaublich weit zu treiben. Es wird hier der Ort ſeyn, aus den Schriften der Phyſiker einige Beyſpiele von ungemein feinen natürlichen und künſtlichen Theilungen anzuführen.

Von der Feinheit des Lichts, wenn man anders daſſelbe für einen materiellen Stof annimmt, ſ. **Licht** (Th. II. S. 889.). Eben dieſe Bewandniß hat es mit andern hypothetiſchen Stoffen, z. B. dem Aether, Wärmeſtof, Phlogiſton, der elektriſchen, magnetiſchen Materie u. ſ. w., welche ſelbſt bey der dichteſten Zuſammendrängung nicht als palpable oder merklich wägbare Materien (ponderabilia) dargeſtellt werden können. Von der äuſſerſten Feinheit gewiſſer Ausflüße von Blumen u. dergl. hat ſchon **Boyle** (Exerc. de mira ſubtilitate effluviorum in Opp. Genev. 1680. 4.) eine Menge merkwürdiger Beyſpiele geſammlet, deren einige beym Worte Ausflüſſe (Th. I. S. 216.) erwähnt werden. Einige Tropfen eines wohlriechenden Liquors langſam über dem Feuer einer Lampe verdampft, erfüllen große und hohe Säle an allen Stellen mit merklichem Geruch, und die Feinheit der Theile, in welche der Liquor hiebey getrennt werden muß, überſteigt alle Erwartung, wenn man ſein Volumen in tropfbarer Geſtalt mit dem körperlichen Raume vergleicht, durch den ſich ſeine Ausflüße verbreiten.

Andere Beyſpiele feiner Theilungen geben die Auflöſungen und Niederſchläge. Ein Gran Kupfer in Salmiakgeiſt aufgelöſet, färbt 392 Cubikzoll Waſſer mit einer ſehr ſchönen blauen Farbe. Nimmt man an, in jedem Theilchen Liquor von der Größe eines Sandkorns, deren 1 Million auf den Cubikzoll gehen, befinde ſich nur ein Theilchen Kupfer, ſo folgt, daß der Gran Kupfer in 392 Millionen Theile zertheilt ſey. Man kan aber deren ohne Zweifel noch weit mehrere annehmen. Ein Gran Carmin färbt ebenfalls die vorige Menge Waſſer roth, und zeigt alſo eine eben ſo feine Zertheilung. Aus einer ſehr anſehnlichen Menge Waſſer läſt ſich die geringſte Menge von Eiſenvitriol, welche etwa darinn enthalten iſt, durch einen kleinen Zuſatz von Galläpfeltinktur, oder andern zuſammenziehenden Stoffen aus dem Pflanzenreiche, dergeſtalt niederſchlagen, daß die ganze Maſſe trüb wird. Wenn ſich der Niederſchlag durch die Ruhe abſondert, iſt ſeine Maſſe oft ſo gering, daß man durch gehörige Rechnung ſeine Zertheilung in dem Zuſtande, da er das Waſſer trübte, noch weit feiner, als in den vorigen Beyſpielen, findet.

Von der Feinheit der Theilungen ſtreckbarer Metalle, insbeſondere des Goldes, ſ. **Dehnbarkeit.**

Ein einfacher Seidenfaden iſt ſo dünn, daß er bey einer Länge von 360 Schuhen nur 1 Gran wiegt. Da nun der Zoll noch in 600, mithin der Schuh in 7200 Theile getheilt werden kan, deren jeder die Größe einer Haardicke hat, und alſo dem bloßen Auge noch ſichtbar iſt, ſo folgt, daß man durch Zerſchneidung eines Fadens in ſolche Theile, einen Gran Seide im $360 \times 7200 = 2592000$ ſichtbare Theile zertrennen könne.

In Waſſer, das auf Pfeffer gegoſſen an der Sonne geſtanden hatte, fand **Leeuwenhoek** durch ſeine Mikroſkope Thierchen von dreyerley Größe, wovon die kleinſten nur den tauſendſten Theil eines Sandkörnchens im Durchmeſſer hatten. Es giebt alſo Infuſionsthierchen, deren körperlicher Inhalt nur den 1000000000ſten Theil eines Sandkörnchens ausmacht. Dies ſind demohnerachtet noch or-

ganiſirte Körper, die alſo noch weit kleinere Glieder, Gefäße und Saftheile in denſelben haben müſſen.

Noch mehr Beyſpiele und Berechnungen dieſer Art findet man bey **Keill** (Introduct. ad veram phyſicam. Oxon. 1700. 8. Lect. V.), **Wolf** Vernünft. Gedanken von den Wirkungen der Natur. Halle, 1723. 8. S. 3. u. f.), **Reaumur** (Mém. de Paris, 1713. p. 270.), **Nollet** (Leçons de phyſ. exp. Leç. I.), **Nieuwetyt** (Rechter Gebrauch der Weltbetrachtung, durch Segner. Jena, 1747. 4. Cap. 26.), **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. nat. To. I. §. 72.), und was insbeſondere die Auflöſung des Phosphorus in Oelen betrift, (ſ. **Phosphorus** Th. III. S. 485.), in einer akademiſchen Schrift von **Albinus** (Diſſ. de Phosphoro ſolido et liquido. Frf. ad Viadr. 1688. 4.).

Die abſtracte Ausdehnung, oder der geometriſche Raum läßt ſich unſtreitig ohne Ende theilen, weil dieſe Theilung nur idealiſch iſt, und im Begriffe vom Raum nichts liegt, was ihrer Fortſetzung jemals Grenzen ſetzen könnte. Ganz anders aber iſt es mit der wirklichen Theilung der Materie beſchaffen. Dieſe muß ſchon darum Grenzen haben, weil endlich die Theile ſo fein werden, daß ſie allen unſern Sinnen entgehen, und keine weitere Möglichkeit der Behandlung zulaſſen.

Aber es bleibt doch noch die Frage übrig, ob die Materie an ſich und ihrem Weſen nach nur bis auf eine gewiſſe Grenze, oder **ohne Ende theilbar** ſey? Dieſe Frage hängt mit der Vorſtellung zuſammen, die man ſich vom innern Weſen der Materie macht, und liegt alſo auſſer dem Gebiete der Phyſik, ſ. **Materie**. Das atomiſtiſche Syſtem nimmt freylich erſte **untheilbare** Beſtandtheile der Körper an, welche ſelbſt noch körperlich ſind, und ſich alſo wegen ihrer Ausdehnung, wenigſtens in Gedanken, noch müſſen theilen laſſen, ob man gleich bey ihnen die phyſiſche Grenze der Theilung erreicht, ſ. **Atomen**. Die Monadologie hingegen ſieht die Materie als ein bloßes Phänomen an, das aus der Verbindung mehrerer unkörperlicher Dinge entſpringe. Nach dieſer Vorſtellungsart iſt die Materie nur

ſo weit theilbar, bis man auf einzelne Monaden kömmt; wäre nemlich dieſe Grenze erreicht, ſo würde das Phänomen der Materie gänzlich verſchwinden. Fragt man, wie aus unkörperlichen Theilen dennoch körperliche Zuſammenſetzungen entſtehen können, ſo antworten die Monadiſten, daß daraus nicht Körper, ſondern nur Phänomene entſtehen, und daß überhaupt die Materie ſo, wie wir ſie uns denken, nicht wirklich, ſondern nur in unſerer Vorſtellung vorhanden ſey. Dies alles läſt ſich nun weder behaupten, noch widerlegen: zum Glück aber bleibt die Naturlehre ſelbſt, die ſich blos an den ſinnlichen Schein hält, bey allen dieſen verſchiedenen Meinungen über das Weſen der Materie, ungeändert.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. 4te Aufl. §. 23.
Gren Grundriß der Naturlehre, §. 36 — 38.

Theile der Körper, Theilchen, Partes corporum, Particulæ, *Parties des corps, Particules.* Was von einem Dinge weggenommen etwas übrig läſt, heißt ein Theil des Dings. Dieſer Begrif iſt allgemein bekannt. Nachdenken und Erfahrung lehren, daß man von allen Körpern ſolche Theile und von dieſen wieder andere u. ſ. w. abſondern kan. Man ſtellt ſich alſo den Körper als zuſammengeſetzt aus lauter kleinern unter einander verbundenen Körpern vor, deren Zuſammenhang durch eine hinreichende äuſſere Kraft aufgehoben werden kan, ſ. **Theilbarkeit.** Dieſe kleinern Körper heiſſen **Theile**, oder wenn ſie ſehr klein ſind, **Theilchen** des vorigen Körpers. Das Geſchäft ihrer Abſonderung von dem ganzen Körper und von einander ſelbſt, heißt die **Theilung** (diviſio, *diviſion*).

Werden die Theile vom Körper blos ſo getrennt, wie ſie in ihm nebeneinander liegen, d. i. durch Aufhebung ihres Zuſammenhangs mittelſt äuſſerer Gewalt, ſo heißt die Theilung eine **mechaniſche**, eine **Zertrennung**, wovon das Zerſchlagen, Zerſtoßen, Puchen, Zermahlen, Zerreiben, Zerſchneiden, Zerreißen, Zerhobeln, Zeraſpeln, Zerfeilen, Zerſtampfen, Abtröpfeln, Abgießen, Zerſpritzen u. dergl. Beyſpiele ſind. Die Theile ſelbſt, welche man

auf dieſe Art erhält, heißen ſchlechthin **Theile, mechaniſche Beſtandtheile, gleichartige Theile, ganze Theile, Ergänzungstheile, Theile des Aggregats** (partes ſimilares, homogeneæ, integrantes, *parties intégrantes*) des Körpers. Sie ſind mit dem Körper ſelbſt von ganz gleicher Art und Beſchaffenheit; Eiſenfeile z. B. iſt noch immer Eiſen, Kohlenſtaub noch immer Kohle; es müſte denn der Körper ſchon an ſich aus einem Gemenge heterogener Theile beſtanden haben, wie z. B. der Granit aus Quarz, Glimmer und Feldſpath beſteht, in welchem Falle hier jedes heterogene Theilchen als ein eigner für ſich beſtehender Körper anzuſehen iſt.

Sehr oft aber ſind Körper, deren Maſſen durchaus gleichartig ſcheinen, dennoch aus Theilen zuſammengemiſcht, die ſich durch wechſelſeitige chymiſche Auflöſung verbunden, und dadurch einander in ihrer Beſchaffenheit verändert haben. So beſteht der Zinnober aus Queckſilber und Schwefel, der Schwefel aus Vitriolſäure und brennbarem Weſen, das Glas aus feuerbeſtändigem Laugenſalze und Kieſelerde, u. ſ. w.

Die Chymie zeigt Mittel, dieſe zu einer dem Anſcheine nach gleichartigen Maſſe verbundenen Stoffe wieder zu ſcheiden und abzuſondern. Dieſe Abſonderung heißt die **chymiſche Theilung, Zerſetzung, Zerlegung, Scheidung** (analyſis chymica, disjunctio). Die hieraus erhaltenen Theile, welche bey ihrer Verbindung den Körper, als ein Produkt von anderer Beſchaffenheit, erzeugt hatten, heiſſen **Beſtandtheile, chymiſche Beſtandtheile, Grundſtoffe, ungleichartige Theile, Theile der Miſchung** (partes diſſimilares, heterogeneae, conſtitutivae, principia, *Principes des corps*).

Dieſe Beſtandtheile, welche man durch die chymiſche Zerlegung zuſammengeſetzter Körper erhält, ſind oft ſelbſt noch zuſammengeſetzt, und laſſen ſich weiter zerlegen. In dieſem Falle heiſſen ſie **nähere Beſtandtheile, gemiſchte Grundſtoffe** (principia proxima, principiata, mixta), ſo wie ihre weitern Beſtandtheile **entferntere** (principia remota). Solche endlich, die ſich gar nicht weiter in

ungleichartige Theile zerlegen laſſen, führen den Namen der erſten oder einfachen **Grundſtoffe, Uranfänge, Urſtoffe, Elemente**, ſ. die Art. Beſtandtheile, Grundſtoffe, Elemente.

Aus ſeinen mechaniſchen Theilen wird ein Körper durch das bloße Nebeneinanderlegen und die Cohäſion derſelben zuſammengeſetzt. Dieſe Art der Zuſammenſetzung, wobey der entſtandene Körper mit den Theilen ſelbſt von gleicher Beſchaffenheit iſt, heißt die **Zuſammenhäufung** (aggregatio), und ein ſo entſtandenes Product ein **Aggregat**.

Aus den chymiſchen Beſtandtheilen hingegen entſteht der Körper, indem ſich dieſelben vermöge ihrer chymiſchen Verwandſchaft wechſelſeitig auflöſen, und ein ganz neues Product von anderer Beſchaffenheit erzeugen. Dieſe Art der Zuſammenſetzung heißt die **Miſchung** (mixtio, ſyntheſis chymica) und das ſo entſtandene Product ein **Gemiſch**. Werden ungleichartige Theile ohne wechſelſeitige Auflöſung nur ſo nebeneinander geſtellt, und durch Cohäſion verbunden, daß ſie das Auge, wenigſtens mit Hülfe des Mikroſkops, noch unterſcheiden kan, ſo iſt dieſe Art der Zuſammenſetzung eine bloße **Vermengung**, und der ſo entſtandene Körper, der keine durchaus gleichartige Maſſe bildet, z. E. der Granit, die Breccia, heißt ein **Gemeng**, ſ. den Artikel Aggregat.

Man ſieht hieraus, daß ſich die Begriffe von **Atomen** und **Elementen** noch ſehr von einander unterſcheiden. Elemente ſind nur die Grenzen der chymiſchen Theilung; bey Atomen hingegen ſoll gar keine Theilung mehr, weder mechaniſche noch chymiſche, ſtatt finden. Wäre es alſo möglich, durch mechaniſche Theilung bis auf Atomen zu kommen, ſo müßten dieſe wohl zugleich Elemente ſeyn. Es ſcheint alſo, als müßte man z. B. aus dem Zinnober durch ſeine mechaniſche Theilung in Atomen (wenn ſie geſchehen könnte) endlich Phlogiſton, Vitriolſäure und Queckſilberkalk abgeſondert erhalten können? Ob dieſes aber wirklich geſchehen würde, iſt nicht auszumachen. So weit wir den Zinnober durch Pülvern theilen können, bleiben alle Thei-

le, die wir erhalten, immer noch Zinnober, und alſo chymiſch zerlegbar. Was an der letzten Grenze der möglichen Theilungen ſtatt finden würde, iſt ein Geheimniß der Natur, deſſen Erforſchung unſere Kräfte bey weitem überſteiget.

Eren Grundriß der Naturlehre. §. 40 — 48.

Theilung, ſ. Theile der Körper.

Thermometer, **Thermoſkop**, **Wärmemaaß**, Thermometrum, Thermoſcopium, *Thermometre*. Das Werkzeug zu Beſtimmung der freyen oder fühlbaren Wärme der Luft und anderer Körper. Da dieſe Wärme alle bekannte Körper ausdehnt, ſo hat man daher Anlaß genommen, ihre verſchiedenen Stufen durch die Größe ſolcher Ausdehnungen zu beſtimmen, und unter einander zu vergleichen. Gewöhnlich braucht man dazu flüßige Körper, z. B. Queckſilber, Weingeiſt, Oel, Luft ꝛc., die in eine Glaskugel mit einer engen Röhre ſo eingeſchloſſen werden, daß ihre Oberfläche in der Röhre ſteigt, wenn ſie ſich ausdehnen, und fällt, wenn ſie ſich zuſammenziehen. Der höhere Stand zeigt alsdann eine größere Wärme des flüßigen Körpers und des umgebenden Mittels, der niedrigere eine geringere an. Bisweilen gebraucht man auch feſte Körper, z. B. Metalle, anſtatt der flüßigen.

Man erfährt aber durch dieſes Mittel nicht die Größe der Wärme ſelbſt, ſondern nur Größen und Verhältniße von Ausdehnungen, von denen es meiſtens nur allzugewiß iſt, daß ſich ihre Unterſchiede gar nicht ſo, wie die Unterſchiede der Wärme ſelbſt, verhalten. Daher verdient ein ſolches Werkzeug den Namen des **Thermometers** (d. i. eines **Maaßes der Wärme**) gar nicht; und würde ſchicklicher **Thermoſkop** oder **Wärmezeiger** heiſſen. Denn den Vortheil gewährt es doch allemal, daß ſein Stand anzeigt, ob die Wärme größer oder geringer, als ein andermal ſey, ſo wie auch wohlverfertigte Werkzeuge dieſer Art durch einerley Stand zu aller Zeit und an allen Orten einerley Größe der Wärme anzeigen und darſtellen, welches ſchon genug iſt, um das Thermometer zu einem der wich-

tigſten Werkzeuge in den Händen des Naturforſchers zu machen.

Ich werde die Abhandlung von demſelben ſo ordnen, daß ich mit der Geſchichte ſeiner mannigfaltigen Einrichtungen den Anfang mache, dann von den Vorzügen der Queckſilberthermometer, der Beſtimmung feſter Punkte auf denſelben und der Vergleichung ihrer Scalen handle, hierauf die praktiſchen Vorſchriften zu Verfertigung der Thermometer und Anſtellung der Beobachtungen vortrage, und endlich mit einigen Nachrichten von den Luft- und Metallthermometern beſchließe.

Erfindung und erſte Einrichtungen des Thermometers.

Die Erfindung des Thermometers wird von den meiſten nach **Dalencé** (Traité des barometres, thermometres et notiometres. Amſt. 1688. 8.) dem **Cornelius Drebbel**, einem wegen vieler andern Erfindungen in der Mechanik und Optik berühmten Landmanne aus Alkmar in Nordholland, zugeſchrieben, durch den dieſes Werkzeug in der erſten Helfte des vorigen Jahrhunderts in Holland und England bekannt ward. Dem Engländer **Robert Fludd** hat man dieſe Erfindung vielleicht nur darum zugeeignet, weil er in ſeinen ſchwärmeriſchen Schriften eine Menge ſeltſamer Dinge vom Thermometer vorgegeben hat.

Der berühmte paduaniſche Arzt **Sanctorius** (Comm. in Galen. Art. Med. ingl. Comm. in Avicenn. Fen. I.) erklärt ſich ſelbſt für den Erfinder eines Werkzeugs, das die verſchiedne Temperatur des Körpers der Kranken zu erforſchen diene. Daher haben **Poleni** (Inſtitut. philoſ. exper.), **Malpighi** (Opp. poſth. p. 30.), **Borelli** (De motu animal. II. prop. 175.) keinen Anſtand genommen, ihm die Erfindung des Thermometers beyzulegen; obgleich die beyden erſtern Florentiner, und ſonſt eben nicht partheyiſch für die Gelehrten der paduaniſchen Schule ſind. **Muſſchenbroek** (Introd. ad phil. nat. To. II. §. 1565.) ſagt, des **Sanctorius** Inſtrument ſey auswärtig nicht be-

kannt geworden, daher ſich die frühe Verbreitung des Thermometers durch England und Holland aus dieſer Quelle nicht herſchreiben könne. Vom Viviani wird eben dieſe Erfindung dem Galilei, vom P. Fulgenzio dem großen venetianiſchen Theologen Paul Sarpi (insgemein Fra-Paolo genannt) zugeſchrieben: beyden erſt nach ihrem Tode, und vermuthlich aus der beyden italiäniſchen Panegyrikern nicht ſeltnen Eitelkeit, ihren Helden alle möglichen merkwürdigen Entdeckungen ihrer Zeit beyzulegen.

Das drebbeliſche Thermometer, wie es Dalence beſchreibt, gab die Wärme durch Ausdehnungen der Luft an. In dem Gefäße CD (Taf. XXIV. Fig. 45.) befindet ſich gemeines Waſſer, mit Scheidewaſſer vermiſcht, damit es nicht ſo bald gefriere. Etwas im Scheidewaſſer aufgelöſtes Meſſing giebt dieſem Liquor eine grüne Farbe. Die leere Kugel A mit der Röhre AB wird ſo viel erwärmt, daß ein Theil Luft heraustritt, und dann in das Gefäß mit dem Liquor geſteckt. Wenn die Kugel erkaltet, zieht ſich die Luft in ihr wieder zuſammen, und der Druck der Atmoſphäre treibt den Liquor durch B in die Röhre. Richtet man alles ſo ein, daß derſelbe bey einer gemäßigten Temperatur etwa bis H ſteigt, ſo wird er nachher bey größerer Wärme unter H herabſinken, bey größerer Kälte über H hinaufſteigen. Die äuſſere Form dieſes Inſtruments läßt ſich auf mancherley Arten abändern, deren einige von Leupold (Theatr. Aeroſtat. Tab. X.) abgebildet werden. Man kan, wie bey Fig. 46., die Röhre bey B wieder aufwärts biegen, und ſtatt des Gefäßes eine Kugel C anſchmelzen, die bey D offen, und etwa halb mit dem Liquor angefüllt iſt. So läßt ſich das Ganze an eine Tafel befeſtigen, an der man längſt der Röhre AB eine Gradleiter mit willkührlichen Abtheilungen anbringt. In dieſer Geſtalt beſchreibt es Wolf (Nützl. Verſ. Th. II. Cap. V. §. 56).

Es fällt in die Augen, daß auf dieſes Werkzeug zugleich der Druck des Luftkreiſes wirkt, daher der Liquor höher ſteigt, wenn dieſer Druck zunimmt, auch ohne daß ſich die Wärme ändert. Der Stand des Liquors zeigt alſo nicht die Wärme allein an, er wird vielmehr durch eine zuſam-

mengeſetzte, aus der Ausdehnung der Luft in A, der Ausdehnung des Liquors ſelbſt, und dem Drucke des Luftkreiſes zugleich reſultirende Wirkung beſtimmt. Inzwiſchen läſt ſich dieſes Luftthermometer wegen ſeiner großen Empfindlichkeit zu Beobachtungen brauchen, welche keine ſonderliche Genauigkeit erfordern, und ſo kurze Zeit dauren, daß man annehmen kan, der Druck der äuſſern Luft verändere ſich während derſelben nicht merklich. **Wolf** nennt es ein unvollkommnes Manometer: es iſt aber auch dieſes nur in dem Sinne, wie das varignoniſche Manometer, nemlich ſo, daß es die Dichte der eingeſchloßnen, nicht der äuſſern Luft, angiebt, ſ. **Manometer** (Th. III. S. 137).

Im **florentiniſchen Thermometer**, deſſen Erfindung den Mitgliedern der Akademie del Cimento zu Florenz um die Mitte des vorigen Jahrhunderts zugeſchrieben wird, werden Veränderungen der Wärme durch Ausdehnungen des **Weingeiſts** angegeben (ſ. Tentamina acad. del Cimento edit. *Muſſchenbroekii* P. I. p. 2 ſqq.). Die gläſerne Röhre AB Taf. XXIV. Fig. 47. und die daran befindliche Kugel, enthalten gefärbten Weingeiſt, der Raum über demſelben iſt ſo viel möglich luftleer gemacht, und das Ende A zugeſchmolzen. So ſteigt die Oberfläche des Weingeiſts H bey zunehmender Wärme höher, und ſinkt dagegen in der Kälte herab. Man bezeichnete die Stelle. wo H in einer **gemäßigten Wärme**, z. B. in einem tiefen Keller, ſtand, mit Null, und trug von da aus gleiche Abtheilungen von willkührlicher Größe, gemeiniglich 100 nach oben, und eben ſo viel nach unten. Jene nannte man **Grade der Wärme**, dieſe **der Kälte**. Man war hiedurch nicht im Stande, mehrere Thermometer ſo einzurichten, daß ſie in einerley Wärme auch einerley Grad zeigten, d. h. in der Sprache der neuern Phyſiker **übereinſtimmende oder vergleichbare Thermometer** (correſpondentia, concordantia, *correſpondans*, *comparables*) zu machen. Wer damals ſagte, ſein Thermometer habe den 20ſten Grad der Wärme gezeigt, ſagte eigentlich gar nichts: denn niemand konnte wiſſen, welche Sprache ſein Inſtrument führe, und ob nicht ein anderes bey eben der

Wärme einen ganz andern Grad würde gezeigt haben. **Wolf** ſchildert die Verwirrung, die in den Angaben ſeiner vier florentiniſchen Thermometer herrſchte, ſehr lebhaft (Nützl. Verſ. II. Cap. V. §. 67).

Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts that **Renaldini**, Profeſſor zu Padua (Philoſophia naturalis. Patav. 1694. fol. Tom. III. p. 276.) den erſten Vorſchlag, dem florentiniſchen Thermometer beſtimmte Grade zu geben. Man ſolle, ſagt er, an der Röhre den Punkt bemerken, auf welchem der Weingeiſt ſtehe, wenn es mit **Eis** umgeben iſt; alsdann aber das Thermometer in eine Miſchung von 11 Theilen kalten Waſſers (aquae gelidae) und 1 Theile ſiedenden Waſſers ſetzen, und den Stand des Weingeiſtes wiederum bemerken, dann eben dieſes mit 10, 9, 8 Theilen kalten und 2, 3, 4 Theilen ſiedenden Waſſers wiederholen, oder auch den Raum zwiſchen den beyden erſten Punkten meſſen, und demſelben oberwärts längſt der Röhre noch 11 gleiche Räume zuſetzen, ſo habe man dadurch die Wärme des ſiedenden Waſſers in 12 gleiche Theile getheilt, und wenn an einem Orte der Weingeiſt auf der zweyten, am andern Orte auf der dritten Abtheilung ſtehe, ſo würden ſich die Größen der Wärme beyder Orte, wie 2 : 3 verhalten. Dies ſetzt voraus, das Werkzeug zeige abſolute Größen der Wärme, als ob die *aqua gelida* gar keine Wärme mehr enthielte; auch dehnt ſich der Weingeiſt nicht um gleiche Räume aus, wenn die Wärme um gleiche Unterſchiede wächſt. Bey allen dieſen Fehlern liegt dennoch in des **Renaldini** Verfahren wirklich der erſte Gedanke, den Eis- und Siedpunkt zu bemerken, und ihrem Abſtande eine beſtimmte Zahl von Theilen zu geben. Dies war für die damalige Zeit ſehr viel. Es iſt der Gedanke, den man noch jetzt braucht, und dem man nichts, als genauere Beſtimmungen dieſer Punkte, hat zuſetzen können. Man ließ ihn aber damals noch ganz unbenützt.

Newton (Philoſ. Trans. 1701. no. 270.) theilte eine Tafel über einige beſtändige Grade der Wärme mit, zu deren Beſtimmung er ein Thermometer von **Leinöl** gebraucht hatte, weil dieſe Materie weit mehr Hitze, als der

Weingeiſt, ohne zu kochen, erträgt. Er legte dabey die Punkte zum Grunde, an denen das Leinöl in zergehendem Schnee und bey der Wärme des menſchlichen Körpers ſtand. Den Raum zwiſchen beyden theilte er in 12 Theile oder Grade, fand alsdann die Wärme des ſiedenden Waſſers 34, die des geſchmolzenen Zinns, das zähe zu werden anfängt, 72 Grad u. ſ. w., welches er aber irrig für abſolute Größen der wirklichen Wärme annimmt.

Um eben dieſe Zeit erfand Amontons (Mém. de l'acad. de Paris. 1702. p. 1. ſqq.) ſein Taf. XXIV. Fig. 48. vorgeſtelltes Luftthermometer, welches aus der langen unten aufwärts gekrümmten Glasröhre ABC mit der angeſchmolzenen Kugel CD beſteht. Der Durchmeſſer der Röhre muſte unbeträchtlich gegen den Durchmeſſer der Kugel ſeyn. Die Kugel war voll Luft; in der Röhre aber befand ſich ſo viel Queckſilber, daß, wenn das Inſtrument in ſiedendem Waſſer ſtand, die Höhe der Queckſilberſäule über der untern Queckſilberfläche, oder HE, mit der Barometerhöhe zuſammengenommen, 73 pariſer Zoll betrug. War z. B. die Barometerhöhe 28 Zoll, ſo muſte HE 45 Zoll lang ſeyn. Amontons ſetzte alsdann bey H 73 Zoll, und trug längſt der Röhre pariſer Zolle und Linien herab, welche wie in der Figur rückwärts gezählt wurden, ſo daß bey E 28 Zoll geſtanden hätte, wenn es nöthig geweſen wäre, die Röhre ſo weit zu bezeichnen. Ward nun durch das Erkalten die Federkraft der Luft in D vermindert, ſo ſank die Queckſilberſäule herab, und ihr Stand gab eine gewiſſe Anzahl von Zollen an, von der man jedesmal ſo viel abzog, als die Barometerhöhe über 28 Zoll war, oder ſo viel hinzuſetzte, als dieſe unter 28 Zoll betrug, um dasjenige abzurechnen, was blos vom veränderten Drucke der Luft, und nicht von der Wärme, herkam. So fand ſich die Temperatur in den Kellern der pariſer Sternwarte 54 Zoll, die des gefrierenden Waſſers $51\frac{1}{2}$ Zoll u. ſ. w.

So ſinnreich dieſes Werkzeug ausgedacht iſt, ſo hat es doch als Maaß der Wärme ungemeine Mängel. Es wird auf 4 Schuh lang, läſt ſich ſchwerlich ganz in ſiedendes Waſſer ſtellen, und nicht ohne Gefahr des Herausgehens

der Luft von einem Orte zum andern bringen. **Amontons** ſelbſt ſahe es blos als ein **Normalthermometer** an, nach welchem man den florentiniſchen Weingeiſtthermometern beſtimmte Eintheilungen geben könnte. Aber auch hiebey wäre noch die Frage, ob ſich Veränderungen des Volumens durch die Wärme genau eben ſo verhalten, wie die Veränderungen des Drucks, den eine beſtimmte Luftmaſſe tragen kan. Ueberdies wird auch die Queckſilberſäule durch die Wärme ausgedehnt, ihr Stand bey C ändert ſich, und macht den Anfang der Scale veränderlich, das Volumen der Luft ſelbſt bleibt nicht ganz ungeändert, und ſogar die Fähigkeit dieſes elaſtiſchen Fluidi, ſeine Federkraft durch die Wärme zu ändern, nimmt bey zunehmendem Drucke zu, und verhält ſich, wie **Amontons** (Mém. de Paris. 1703. p. 216.) gefunden hat, wie der Druck ſelbſt. Endlich würden ſolche Thermometer verſchieden ſeyn, je nachdem die bey ihrer Verfertigung in die Kugel CD eingeſperrte Luft feuchter oder trokner, und von anderer chymiſchen Miſchung geweſen wäre. Dieſes Werkzeug kan indeß zu Abmeſſung der Dichten eingeſchloßner Luft ſehr gut gebraucht werden, ſ. **Manometer.**

Amontons legt übrigens einen großen Werth auf die von ihm gemachte Entdeckung, daß die Wärme des ſiedenden Waſſers ein feſter Punkt, oder immer eben dieſelbe ſey. **Renaldini** Vorſchläge und **Newtons** Angaben lehren, daß man dies ſchon vor ihm gewußt habe; **Huygens** und **Papin** hatten ſogar ſchon angezeigt, daß der Satz große Ausnahmen leide, wenn der Druck der Luft wegfällt oder ſehr ſtark wird, ſ. **Sieden.**

Fahrenheits Thermometer.

Das große Verdienſt, die erſten genau übereinſtimmenden Thermometer gemacht zu haben, gehört unſtreitig dem hiedurch ſo berühmt gewordenen Künſtler aus Danzig, **Daniel Gabriel Fahrenheit**, der die Verfertigung von Wettergläſern als Gewerbe trieb, und ſich in der Folge in Holland niederließ. Dieſer ſchenkte **Wolfen** im Jahre

1714 zwey Weingeiſtthermometer von etwa 7 Zoll Länge, welche vollkommen mit einander übereinſtimmten (ſ. Relatio de novo thermometrorum concordantium genere, in Act. Erud. Lipſ. 1714. Aug. p. 380. ſqq. ingl. Wolf Nützl. Verſ. Th. II. Cap. V. §. 71), worüber Wolf damals äußerſt verwundert war, und den Grund in einer beſondern Beſchaffenheit des Weingeiſts ſuchte. Etwa zehn Jahr nachher wurde die Methode durch Fahrenheit ſelbſt (Philoſ. Trans. 1724. no. 381. p. 1. ſqq.) Boerhaave (Chem. Vol. I. Exp. 8. de igne, ed. Lugd. Bat. 1732. 4. p. 174.) und Muſſchenbroek (Tentam. Acad. del Cimento ed. Lugd. Bat. 1731. 4. p. 8. ſqq.) allgemein bekannt.

Fahrenheit nahm für die Grenze der gröſten möglichen Kälte diejenige an, welche er zu Danzig in dem ſtrengen Winter des Jahres 1709 beobachtet hatte, und die er allemal hervorbringen konnte, wenn er eine Miſchung von gleichen Theilen Schnee und Salmiak bereitete, ſ. Kälte, künſtliche. Setzte er die Kugeln ſeiner Thermometer in dieſe erkältende Miſchung, ſo ſank der Liquor eben ſo tief, als er bey der angeführten natürlichen Kälte in Danzig geſtanden hatte. Er bemerkte alſo dieſen Punkt mit Null, und es iſt derſelbe unter dem Namen des künſtlichen Eispunkts (*terme de congelation artificielle*) bekannt. Anfangs behielt auch dieſer Künſtler noch den Weingeiſt bey, und erſtreckte ſeine kleinern Thermometer von der angeführten Null bis zur natürlichen Wärme des Bluts im menſchlichen Körper. Der Zwiſchenraum zwiſchen beyden feſten Punkten war in 96 Grade getheilt. Von dieſer Art waren Wolfs Thermometer; auch ſagt Fahrenheit ſelbſt in den Transactionen, ſein 48ſter Grad halte zwiſchen der künſtlichen Kälte und der Wärme des menſchlichen Körpers das Mittel.

Bald aber fieng Fahrenheit an, ſeine Thermometer ſtatt des Weingeiſts mit Queckſilber zu füllen, welchen Vorſchlag Halley ſchon 1680 gethan hatte. Nach Muſſchenbroek (Introd. To. II. §. 1568.) ſoll dieſe vortheilhafte Abänderung ſchon ſeit 1709 geſchehen ſeyn. Wenn Fahrenheit das Volumen des Queckſilbers, das auf 0 ſtand,

in 1124 Theile theilte, ſo dehnte es ſich bis zum Punkte der natürlichen Gefrierung des Waſſers um 32, wenn man es in ſiedendes Waſſer ſetzte, um 212, und wenn man das Queckſilber bis zum Kochen erhitzte, um 600 ſolcher Theile aus. Daher gab Fahrenheit dem Raume zwiſchen der künſtlichen Kälte und der Siedhitze des Queckſilbers, als der gröſten Wärme, die dieſe Materie anzeigen konnte, 600 gleiche Theile. Weil aber Thermometer von ſo groſſem Umfange nicht immer nöthig ſind, ſo verfertigte er kleinere, die ſich nur bis zur Siedhitze des Waſſers erſtreckten, und an welchen der Zwiſchenraum zwiſchen beyden feſten Punkten nur 212 Theile faßte. So entſtand die noch jetzt gewöhnliche fahrenheitiſche Scale, die dem Thermometer zuerſt eine beſtimmte und allgemein verſtändliche Sprache gab, und an deren Einrichtung und Empfehlung **Boerhaave** ſehr großen Antheil hat.

Reaumüriſches Thermometer.

Um eben die Zeit, da die fahrenheitiſchen Thermometer bekannter wurden, gab Herr von **Reaumur** (Regles pour conſtruire des thermometres, dont les dégrés ſoient comparables in Mem. de l'Acad. de Paris. 1730. p. 452. ſqq. 1731. p. 250.) eine neue Einrichtung des **Weingeiſtthermometers** an. Er verdünnte Weingeiſt, der Pulver zündete, mit $\frac{1}{5}$ Waſſer, damit er in Stand geſetzt würde, etwas mehr Hitze ohne Kochen anzunehmen. Zum untern feſten Punkte nahm er denjenigen an, bey welchem der Liquor ſteht, wenn die Kugel der zum Gefrieren des Waſſers hinreichenden Kälte ausgeſetzt iſt. Dieſes iſt der jetzt allgemein bekannte natürliche **Eispunkt**, **Gefrierpunkt**, **Aufthaupunkt** (punctum congelationis ſ. regelationis, *terme de la glace ou de congelation naturelle*). Er beſtimmte dieſen Punkt, indem er die Kugel in Waſſer einſenkte, welches durch eine um das Gefäß gelegte Miſchung von geſchabtem Eis und Salz zum Gefrieren gebracht ward. An dieſen Punkt ſetzte er die **Null** ſeiner Eintheilung, und nahm das Volumen des Weingeiſts,

wenn es bis dahin reichte, für 1000 an. Er unterſuchte durch ein ſehr ſinnreiches Verfahren, wobey Kugel und Röhre vermittelſt kleiner gläſerner Maaße mit Waſſer gefüllt wurden, wie viel jedes Tauſendtheilchen dieſes Volumens in der Röhre Raum einnehme. Weil er nun gefunden hatte, daß ſich ſein verdünnter Weingeiſt bis zur gröſten Hitze, die er im ſiedenden Waſſer anzunehmen fähig war, um 80 Tauſendtheile des gedachten Volumens ausdehne, ſo erſtreckte er ſein Thermometer bis auf den 80ſten Grad über Null, füllte es in gefrierendem Waſſer bis an den Eispunkt an, ließ den Liquor in ſiedendem Waſſer bis zum 80ſten Grade ſteigen, und bließ in dieſem Zuſtande das obere Ende der Röhre an einer Lampe zu.

Dieſes Thermometer ward mit großem Beyfall aufgenommen. **Nollet** (Leçons de phyſ. exp. ed. Paris, 1753. To. IV. p. 397.) erhebt es mit ausgezeichneten Lobſprüchen; es bleibt auch wegen der wichtigen Beobachtungen, zu denen man es gebraucht hat, auf immer merkwürdig. Dem Fehler der unbequemen Größe (weil die Maaße zum Füllen nicht ſo gar klein ſeyn dürfen) wäre wohl abzuhelfen, weil man kleinere Thermometer ohne Gebrauch der Maaße nach einem richtigen großen graduiren kan. Aber es haben **Martine** (Eſſay medical and philoſophical. Lond. 1740. 8. p. 200. ſqq.), **Deſaguliers** (Courſe of exp. phil. Lond. 1744. 4. Vol. II. p. 292.), **Muſſchenbroek** (Eſſai de phyſ. Leid. 1751. To. I. p. 457. u. Introd. To. II. §. 1573.), **Haubold** (Diſſ. de therm. Reaumuriano. Lipſ. 1771. 4.) und vorzüglich **de Lüc** (Unterſ. über die Atmoſph. Th. I. S. 554. u. f.) weit wichtigere Mängel an dieſem Werkzeuge entdeckt, die es, ſo wie die Weingeiſtthermometer überhaupt, zu richtigen Beſtimmungen untauglich, oder wenigſtens ſehr unbequem machen.

Es iſt ausgemacht, daß der Weingeiſt ohne beſondere Veranſtaltungen nie die Hitze des kochenden Waſſers ſelbſt annimmt; auch gefriert der verdünnte nach **Maupertuis** Erfahrungen ſchon bey natürlichen Graden der Kälte. Man kan nicht immer Weingeiſt von gleicher Güte haben, und mit der Zeit ändert derſelbe nach **Halley** (Phil. Trans.

num. 197. p. 650.) Muſſchenbroek und Haubolds eigner Erfahrung ſeine Ausdehnbarkeit durch die Verdünſtung. Auch nehmen ſeine Ausdehnungen einen ſehr ungleichen Gang; ſie eilen in der Wärme den Ausdehnungen des Queckſilbers vor, und bleiben in der Kälte zurück. Martine tadlet auch, daß die Kugeln der reaumüriſchen Thermometer allzugroß ausfallen, daher die Menge ihres Liquors die äuſſere Wärme nicht geſchwind und gleichförmig genug annimmt.

Daher konnte unmöglich zwiſchen dieſem und dem fahrenheitiſchen Thermometer die gewünſchte Uebereinſtimmung ſtatt finden. Reaumur ſelbſt (Mem. de Paris. 1739.) ſagt, um übereinſtimmende Werkzeuge beyder Art zu haben, müſſe man das Queckſilberthermometer nach dem ſeinigen graduiren. Nollet giebt an, 10 reaum. Grade wären $20\frac{2}{5}$ fahrenh. gleich; allein es trift dieſes nur in der Nähe des Eispunkts zu.

Das ſchlimmſte aber war, daß man ſich nun verſtattete, Queckſilberthermometer, auf denen man **Eispunkt** und **Siedpunkt des Waſſers** beſtimmt hatte, zwiſchen dieſen Punkten in 80 Theile zu theilen, und **reaumüriſche Thermometer** zu nennen, gerade, als ob ſie mit den eigentlichen reaumüriſchen Weingeiſtthermometern wirklich übereinſtimmend wären. Solche Werkzeuge können ſehr vortreflich ſeyn, aber es ſind nicht **reaumüriſche Thermometer.** Inzwiſchen hat man ſich in Frankreich einmal das Geſetz gemacht, Fahrenheits Eintheilung nicht anzunehmen, dem **Queckſilberthermometer** zwiſchen Eis- und Siedpunkt 80 Grade zu geben, und ihm Reaumurs Namen beyzulegen, welches letztere auch in andern Ländern allgemein angenommen iſt.

Hieraus entſteht nun die Zweydeutigkeit, daß man von einer nach reaumüriſchen Graden angegebnen Beobachtung nicht weiß, von welches Thermometers Graden ſie zu verſtehen ſey, wenn der Beobachter nicht ausdrücklich hinzuſetzt, ob er ein Weingeiſt- oder ein Queckſilberthermometer gebraucht habe. Beyderley Grade aber weichen, beſonders bey großer Hitze oder Kälte, ſehr weit von einander

ab. **Maupertuis** hatte zwey ſolche reaumüriſche Thermometer mit nach Lappland genommen. Am 3 Dec. 1736 ſtand der Weingeiſt auf 18, das Queckſilber auf 22 Grad unter Null; am 2 Jan. 1737 jener auf 25, dieſer auf 29. Am 6 Jan. ſtand der Weingeiſt bey 29 Grad, das Queckſilber bey 37; am Morgen darauf war jener gefroren, und hatte ſich dabey bis zum Punkte der Temperatur in den Kellern der pariſer Sternwarte ausgedehnt. Um den Siedpunkt iſt die Abweichung noch weit beträchtlicher. Herr **von Reaumur** und **Nollet** verſendeten zwar auf Beſtellung Thermometer von beyderley Art, die wirklich mit einander übereinzuſtimmen ſchienen. **Haubold** (Diſſ. cit. §. IX.) erhielt ein paar ſolche in Dreßden, die er ſowohl in den gewöhnlichen Temperaturen, als auch beym Eis- und Siedpunkte, wirklich übereinſtimmend fand. Bey genauerer Unterſuchung aber entdeckte er mit Verwunderung, daß auf dem Queckſilberthermometer die erſten 40 Grade über der Null im Verhältniße 8 : 9 kleiner gezeichnet waren, als die 40 obern, und die unter Null; ſo daß neben der Null zwey ganz ungleiche Grade unmittelbar nebeneinander ſtanden. Solche gefliſſentliche Bemühungen, Fehler einer Erfindung zu verbergen, verrathen doch mehr eitle Ruhmbegierde, als Aufrichtigkeit. In Waſſer, das nach und nach erwärmt ward, ſtieg auch der Weingeiſt ſchneller, als das Queckſilber, dagegen war er in der Kälte träger, und blieb zurück.

Eben ſo hat ganz neuerlich **Goubert** (Recherches ſur les differences, qui exiſtent entre les thermometres de Mercure et ceux d'eſprit-de-vin. Paris, 1789. 8.) vorgeſchlagen, den Raum zwiſchen Eis- und Siedpunpt zuerſt in 90 gleiche Theile, dann aber drey Stücke deſſelben von 0 bis $25\frac{1}{2}$; $25\frac{1}{2}$ — $54\frac{3}{4}$; $54\frac{3}{4}$ — 90; jedes für ſich in 30 gleiche Theile zu theilen.

Herr **de Lüc** hat endlich durch mühſame Unterſuchungen eine genaue Vergleichung des wahren reaumüriſchen Weingeiſtthermometers mit dem Queckſilberthermometer von 80 Graden zu Stande gebracht, aus der ich hier folgenden Auszug mittheile.

	Queckſ. Therm. v. 80 Gr.	Reaum. Weingeiſttherm.
Siedpunkt des Waſſers . .	80 . . .	100,4
	70 . . .	85,2
Siedp. d. reaum. Weing. Therm.	66,6 . . .	80
	60 . . .	70,8
	50 . . .	56,8
	40 . . .	44,2
	30 . . .	32,6
Wärme des menſchl. Körpers	29,9 . . .	32,5
	20 . . .	21,1
	10 . . .	10,6
Temp. der Keller der Sternw.	9,6 . . .	10,25
Zergehendes Eis	0 . . .	0,8
Null des reaum. Therm.	— 0,8 . .	0
	— 10 . . .	— 8,5
	— 15 . . .	— 13,1
2 Theile zerg. Eis, 1 Th. Salz	— 17 . . .	— 15

Man ſieht hieraus, wie nöthig es ſey, beyderley Thermometer genau zu unterſcheiden. Unter den ältern Beobachtungen finden ſich viele, die ganz auffallend und unerklärbar bleiben, wenn man vergißt, auf dieſen Unterſchied Rückſicht zu nehmen.

Einige haben, um mehr Uebereinſtimmung zu erhalten, dem Queckſilberthermometer 90 Grade ſtatt 80 gegeben, wodurch ſich jede Zahl der erſten Columne in voriger Tafel um $\frac{1}{8}$ vergrößert, und nun der zugehörigen in der zweyten Columne näher kömmt. Dies hat ſelbſt **Nollet** gethan, und die Urſache, die ihn hiezu antrieb, war auch der Grund, warum man auf dem von **Haubold** unterſuchten Queckſilberthermometer die erſten 40 Grade um ein Neuntel verkleinert hatte. Daher iſt es denn gekommen, daß man auch eine ſogenannte reaumüriſche Scale von 90 Graden hat. **Braun** (Nov. Comm. Petrop. To. VII.) giebt in der Vergleichungstafel dem *Reaumur eſprit-de vin* 80, und dem *Reaumur-mercure* 93 Grade. Hier ſieht man nun vollends nicht ein, mit welchem Rechte ein ſolches Thermometer Reaumur's Namen führe.

Uebrigens hat Reaumur ſelbſt Weingeiſt von verſchiedener Güte gebraucht, namentlich eine Sorte, deren Volumen im gefrierenden Waſſer 400, im ſiedenden 437 Theile hielt. Dieſe Zahlen verhalten ſich, wie 1000: $1090\frac{1}{4}$, daß alſo ein Thermometer mit dieſem Liquor gefüllt, ſelbſt nach Reaumurs eigentlichen Grundſätzen, $90\frac{1}{4}$ Grade bekommen muſte. Hieraus wird man leicht überſehen, welche Sprachverwirrung dieſes ſo geprieſene Werkzeug veranlaſſet habe.

de l'Isliſches Thermometer.

De l'Isle (Mem. pour ſervir à l'hiſt. et aux progrès de l'aſtr. et de la geographie phyſ. à St. Petersbourg. 1738. 4. p. 267.) legte 1733 der Akademie zu Petersburg ein Queckſilberthermometer vor, deſſen Einrichtung von einem einzigen feſten Punkte, dem Siedpunkte des Waſſers, und dem Verhältniße der Verdichtung durch die Kälte abhieng. Er ſetzte dem zufolge die Null an den Siedpunkt, und zählte die Grade, welche Hunderttauſend- oder Zehntauſendtheilchen des ganzen Volumens vorſtellen ſollten, von oben herab. Seine mühſame Methode, die Grade zu beſtimmen, läſt ſich etwa ſo begreiflich machen. Das Gewicht des Queckſilbers, das Kugel und Röhre ganz anfüllt, heiſſe $= p$; das Gewicht deſſen, was oben heraus läuft, wenn man das volle Thermometer in ſiedendes Waſſer ſetzt, ſey $= a$. Läſt man hierauf alles erkalten, und wieder zur vorigen Temperatur der äuſſern Luft kommen, ſo ſinkt das Queckſilber, und läſt ſo viel Raum leer, als vorher bey eben der Temperatur das, welches a wog, eingenommen hatte. Daher macht der leergewordene Theil der Röhre ſoviel Zehntauſendtheile vom ganzen Volumen aus, als a von p, d. i. $\frac{10000\,a}{p}$. Theilt man ihn wirklich in ſo viel gleiche Theile, ſo hat man die Grade, deren man nun mehrere bis an die Kugel forttragen kan, vorausgeſetzt, daß die Röhre überall von gleicher Weite iſt.

Dieſe Methode erfordert, daß ſich die äuſſere Temperatur während des Verſuchs nicht ändere, wenigſtens in

den beyden Zeitpunkten einerley ſey, da die volle Röhre gewogen, und da der leere Raum beſtimmt wird. **Weitbrecht** (De thermometris concordantibus in Comm. Petrop. To. VIII. p. 310.) wählte zu ſeinen ſehr genauen Verſuchen hierüber das Mittel, die Kugel in den beyden angegebenen Zeitpunkten in das Waſſer der großentheils gefrornen Neva zu ſetzen. Dennoch fielen die Reſultate mehrerer Verſuche nicht ganz gleichförmig aus. Die Zuſammenziehung vom Siedpunkte bis zur Temperatur des zergehenden Eiſes betrug zwiſchen 148,2 und 161,5 Zehntauſendtheile. De l'Isle hatte 153 angenommen; bey der Eintheilung ſelbſt aber die runde Zahl 150 gewählt, welche Einreichung der de l' isliſchen Scale noch jetzt gewöhnlich iſt.

Es iſt äuſſerſt ſchwer, ein richtiges Werkzeug nach dieſer Methode zu verfertigen. Soll es genau ausfallen, ſo muß es ſehr groß ſeyn, welches die Empfindlichkeit hindert. Auch wollte de l'Isle auf dieſe mühſame Art nur **Normalthermometer** (*étalons*) verfertigen, und die übrigen blos durch Vergleichung mit jenen graduiren. Herr de **Lüc** bemerkt, daß die Verſchiedenheit der Reſultate über den Eispunkt bey dieſem Thermometer, von der Ausdehnung des Glaſes herrühre, deren Größe bey jeder Glasart eine andere iſt. Dieſer Umſtand, ſagt er, mache alle Einrichtungen unſicher, welche ſich auf Verhältniße der Grade zum ganzen Volumen beziehen; und nöthige uns daher, die Scale der Thermometer mit Newton und Fahrenheit nicht auf einen einzigen, ſondern auf zween **feſte Punkte** der Wärme zu gründen.

Verſchiedene andere Thermometer.

Die bisher erzählten Einrichtungen dieſes Werkzeugs ſind die vornehmſten. Von den unzählbaren Abänderungen der Scalen und andern Vorſchlägen will ich hier nur einige anführen, die in irgend einer Abſicht merkwürdig ſind.

Die Akademiſten zu Florenz hatten zwar keine beſtimmte Scale. Ihre meiſten Beobachtungen aber ſind mit zwey Thermometern gemacht, von denen man ſo viel weiß, daß das größere im Eiſe auf 20, und bey der natürlichen Wärme des thieriſchen Körpers auf 80 ſtand, das

kleinere aber bey eben dieſen Temperaturen $13\frac{1}{2}$ und 40 zeigte.

Das von de la Hire verfertigte alte Thermometer der pariſer Sternwarte, womit viele Beobachtungen gemacht ſind, zeigte in Waſſer, welches zu gefrieren anfängt, 28 Grad (welches mit 51 Zoll 6 Lin. auf Amontons Luftthermometer übereinſtimmt), in den Kellern der Sternwarte 48. Briſſon aber giebt nach demſelben die künſtliche Kälte durch Eis und Salz 5, den Gefrierpunkt 32, die Temperatur der Keller 48, die thieriſche Wärme 86 an.

Der Marcheſe Poleni machte ſeine vielen Wetterbeobachtungen mit einem Luftthermometer, das aber weniger Queckſilber enthielt, als das von Amontons. Nach Martine ſtimmen 47 Zoll bey Poleni mit 51 bey Amontons, und 53 bey jenem mit $59\frac{1}{2}$ bey dieſem überein.

In England graduirte man die Thermometer lange Zeit nach einem bey der königl. Societät aufbewahrten Normalthermometer von Weingeiſt, deſſen Grade von oben herab gezählt waren. Bey Null ſtand ſehr warm, bey 25 warm, bey 45 gemäßigt, bey 65 Gefrierung. Martine fand die Null mit 89 nach Fahrenheit, und $34\frac{1}{2}$ Grad mit 64 nach F. übereinſtimmend.

Die in den engliſchen Gewächshäuſern üblichen fowleriſchen Thermometer werden ebenfalls nach einem Originale graduirt. Ihre Null ſteht bey der Temperatur der Luft, wenn es weder kalt noch warm iſt. Nach Martine ſtehen ſie im zergehenden Schnee auf 34 unter Null, und bey Fahrenheits 64 auf 16 über Null.

D. Hales braucht in ſeinen Vegetable Statiks ein Thermometer, das am Eispunkte auf Null, bey der Temperatur, in der geſchmolznes Wachs zu geſtehen anfängt (welche nach Martine 142 Grad bey Fahrenheit iſt) auf 100 ſteht.

In den edinburgiſchen Medical Eſſays werden die Wetterbeobachtungen nach einem Thermometer angegeben, das von einem willkührlichen Punkte aus in Zolle und Zehntheile getheilt iſt. Nach Martine ſteht es in zergehenhendem Schnee auf 8, 2, bey der Wärme des menſchlichen Körpers auf 22, 2 Zoll.

Micheli Dücreſt aus Genf, (Deſcription de la methode d' un thermometre univerſel. à Paris. 1742. 8. Re-

cueil des pieces ſur les therm. & barom. à Bâle. 1757. 4. **Mich. du Creſt** kleine Schriften von den Therm. u. Bar. überſ. v. M. **J. C. Thenn.** 3te Aufl. Augſp. 1770. 8.) entwarf im Jahre 1740 den Plan einer neuen Einrichtung des Weingeiſtthermometers. Er nahm zwo beſondere Materien der Kälte und Wärme an, deren Wirkungen ſich im Innern der Erde völlig aufhöben, daher die **Temperatur der Erdkugel** bey ihm **Null** wird. Er bemerkte dieſe Temperatur in den Kellern der pariſer Sternwarte, glaubte, ſie müſſe an allen unterirdiſchen Orten ebendieſelbe ſeyn, und gab ihr den Namen: **Gemäßigt** (*le temperé*). Sein zweyter feſter Punkt war die **Siedhitze des Waſſers.** Damit der Weingeiſt genöthigt würde, dieſe anzunehmen, ohne daß er herausliefe, ließ er Luft über demſelben, und ſchmolz oben eine kleine Kugel an, damit dieſe Luft beym höchſten Stande des Weingeiſts nicht allzuſehr zuſammengedrückt würde. So half er wirklich einem der gröſten Fehler der vorigen Weingeiſtthermometer ab, in welchen der Liquor weit unter der Siedhitze des Waſſers geblieben war. Den Raum zwiſchen beyden Punkten theilte er in 100 Grade der Wärme, und trug unter die Null gleiche Grade der Kälte.

Alle dieſe waren Weingeiſtthermometer. Am **Queckſilberthermometer** theilte der Prof. **Chriſtin** zu Lyon den Raum zwiſchen Eis- und Siedpunkte in 100 gleiche Theile ein, welches viel Bequemlichkeit giebt. Doch ſcheint **Chriſtin** nicht ſowohl auf dieſe zwey feſten Punkte ſelbſt, als auf das Ausdehnungsverhältniß des Queckſilbers geſehen zu haben, welches er zwiſchen beyden Punkten wie 66 : 67 annahm, ſo daß ſeine Grade eigentlich 6600theile des ganzen Volumens vorſtellen ſollen.

Der Profeſſor **Celſius** in Upſala (Von zween beſtändigen Graden auf dem Thermom. in ſchwed. Abhandl. 1742. S. 197.) hält es mit Recht für beſſer, blos auf **zween feſte Punkte** zu ſehen, als auf Ausdehnungsverhältniße Rückſicht zu nehmen, deren genaue Beſtimmung ſo ſchwer iſt, und durch ſo mancherley Umſtände verändert wird, daß man daraus keine allgemeine Norm für alle Thermometer herleiten kan. Er nimmt daher an, auf jedem Ther-

mometer ſolle der Stand des Queckſilbers im zergehenden Schnee und im kochenden Waſſer unterſucht werden, und ſchlägt vor, den Raum zwiſchen beyden allezeit in 100 Grade zu theilen. Die ſchwediſchen Gelehrten ſind ihm hierinn gefolgt, und man nennt dieſe bequeme Theilung in 100 Grade die **ſchwediſche Scale**, auch die **Scale des Celſius**, oder **Chriſtin**.

Das Publikum ſcheint ſtillſchweigend die genannten zween feſten **Punkte** zur Regel angenommen zu haben. Man hat ſich allgemein darüber vereiniget, ſie an jedem Queckſilberthermometer durch unmittelbare Verſuche zu beſtimmen, und ihren Abſtand, den **Fundamentalabſtand, Fundamentalraum** (Diſtantia fundamentalis, Intervallum fundamentale) in eine Anzahl gleicher Theile oder **Grade** zu theilen.

Wieviel dieſer Theile ſind, und wie ſie gezählt werden, iſt an ſich gleichgültig, wenn man ſich nur beſtimmt darüber ausdrückt. Theilt man in 180, und ſetzt an Eis- und Siedpunkt 32 und 212, ſo hat man das **fahrenheitiſche**; theilt man in 150, und zählt die Grade von oben herab, das **de l'isliſche**; theilt man in 80, und zählt von unten hinauf, das **reaumuriſche** Thermometer, oder richtiger, das **Queckſilberthermometer von 80 Graden**. Manche theilen auch das ſogenannte reaumuriſche in 90. Freylich aber weichen dieſe jetzigen Einrichtungen von den Ideen der Erfinder, deren Namen ſie führen, in mancherley Umſtänden ab. Theilt man endlich in 100, ſo erhält man **Chriſtins** oder **Celſius** Thermometer. Dieſe Werkzeuge ſelbſt ſind in dieſem Sinne alle einerley; blos die Scalen ſind verſchieden.

Die Anzahl ſolcher Scalen erſtreckt ſich noch weit höher, weil man ſich verſtattet hat, dem Thermometer faſt zu jeder beſondern Anwendung eine eigne Scale zu geben. So hat Herr **de Lüc** (ſ. **Barometer**, Th. I. S. 261. **Höhenmeſſung**, Th. II. S. 625.) zwo neue Scalen, eine zur Berichtigung des Barometerſtands wegen der Wärme des Queckſilbers, die andere zur Berichtigung der berechneten Höhen wegen der Temperatur der Luft, vorge-

ſchlagen. Die erſte dieſer Scalen muß wieder für jede andere Barometerhöhe verhältnißmäßig verändert werden. Ich würde kein Ende finden, wenn ich alle in ähnlichen Abſichten vorgeſchlagne Scalen zuſammenſuchen wollte.

Ich glaube nicht, daß durch ſolche Vervielfältigungen der Scalen der Naturlehre ein wahrer Dienſt geſchehe, da ſich die Abſicht allemal eben ſo leicht und ſicher durch eine kleine Reduction nach Formeln oder durch voraus berechnete Tabellen erreichen läſt. Die Sprache der Thermometer iſt ohnehin, wie man aus dem bisherigen ſieht, ſo zweydeutig, daß man ſich billig enthalten ſollte, zu Erſparung jeder leichten Rechnung noch einen neuen Dialect derſelben einzuführen.

Man findet ſonſt noch ſchäzbare Nachrichten von den angeführten Einrichtungen und ihrer Vergleichung im **Leutmann** (Inſtrumenta meteorognoſiæ inſervientia. Witeb. 1725. 8.), **Bülfinger** (De thermometris & eorum emendatione in Comm. Petrop. To. III. p. 196.), **Wargentin** (ſchwed. Abhandl. 1749. S. 167.), **von Bergen** (Comm. de thermometris menſuræ conſtantis. Norimb. 1757. 4.), **Hennert** (Traité des therm. à la Haye. 1758. 8.), **van Swinden** (Diſſ. ſur la comparaiſon des therm. Amſt. 1778. 8.). Der **P. Cotte** (Traité de Meteorologie. Paris 1774. 4.) affektirt eine große Vollſtändigkeit in Aufzählung aller nur irgend bekannten Thermometer: aber die Nachrichten, die er von ihnen giebt, ſind deſto unvollſtändiger. Viele dieſer Thermometer ſind auch einerley, z. B. das von **Prins** (Fahrenheits Schwiegerſohne) iſt ganz das fahrenheitiſche ſelbſt.

Vorzüge der Queckſilberthermometer.

Statt des Weingeiſts der florentiner Thermometer ſchlug **Halley** (Philoſ. Trans. num. 197. p. 650.) ſchon 1680 Luft oder Queckſilber vor, weil der Weingeiſt mit der Zeit die Fähigkeit, ſich auszudehnen (its expanſive power) verliere. **Fahrenheit** befolgte den Vorſchlag, Queckſilber zu brauchen ſeit 1709 mit vielem Glücke, und

einige der größten Naturforſcher erklärten ſich für dieſe Materie, bis Herr von **Reaumur** ſein ſo ſorgfältig graduirtes Weingeiſtthermometer einführte. Dadurch theilten ſich nun die Meinungen aufs neue, und ob man gleich in Holland und England die fahrenheitiſche Einrichtung beſtändig beybehielt, ſo ward doch Reaumurs Thermometer in Frankreich und Italien vorgezogen, und der Weingeiſt fand aufs neue an **Micheli Dücreſt** (Deſcription de la methode d'un thermometre univerſel, à Paris, 1742. 8.) einen eifrigen Vertheidiger.

Es iſt nicht zu läugnen, daß der **Weingeiſt** Vorzüge hat, die ihn ſehr empfehlen. Seine Ausdehnung iſt achtmal ſtärker, als die des Queckſilbers, und beträgt vom Eis- zum Siedpunkte 0, 121 des Volumens, da ſie beym Queckſilber nur 0, 015 deſſelben ausmacht. Die Thermometer laſſen ſich mit ihm ungleich leichter und mit geringen Koſten füllen. Man kan ihm jede beliebige Farbe geben, und daher ſeinen Stand in der Röhre ſehr deutlich und ohne Anſtrengung der Augen bemerken u. ſ. w.

Hingegen hat Herr **de Lüc** (Recherches &c. To. I. §. 410. a. ſqq. der Ueberſ. S. 355 u. f.) die weit überwiegenden Vorzüge des **Queckſilbers** ſo überzeugend dargeſtellt, daß ich nicht umhin kan, aus dieſem vortreflichen Theile ſeines Werks das vornehmſte mitzutheilen.

Der erſte und wichtigſte Vorzug des Queckſilbers iſt dieſer, daß es unter allen bisher zum Thermometer gebrauchten Materien diejenige iſt, deren Gang den **Veränderungen der Wärme ſelbſt am nächſten kömmt.** Es wird hiebey durch das Wort **Gang** (*marche*) die Reihe der Ausdehnungen oder Verdichtungen verſtanden, welche durch eine Reihe von Vermehrungen oder Verminderungen der Wärme hervorgebracht werden.

Zum Beweiſe des behaupteten Satzes, der mit einem ſo geheimnißvollen Gegenſtande, mit den Größen oder Unterſchieden der Wärme ſelbſt, zuſammenhängt, nimmt Herr **de Lüc** an, daß Materien, deren Volumen beym Gefrieren zunimmt, ſich nicht proportional mit den Verminderungen der Wärme ſelbſt verdichten können; und daß eben ſo

wenig diejenigen Materien, die in der Hitze ſtark ausdünſten, ſich proportional mit den Vermehrungen der Wärme ſelbſt ausdehnen können. Denn was auch die Urſache der Ausdehnung beym Gefrieren ſey, ſo fängt ihre Wirkung nicht erſt im Augenblicke des Gefrierens ſelbſt an; ſondern ihr Einfluß zeigt ſich ſchon lange vorher, und iſt von dem erſten Grade der Verdichtung an merklich. Die Verdichtungen ſolcher Materien werden abnehmend gefunden, wenn man ſie mit Verdichtungen anderer Materien, welche erſt ſpäter gefrieren, vergleicht. So wird z. B. reines Waſſer von gleicher Kälte weniger verdichtet, als geſättigtes Salzwaſſer, welches ſpäter gefriert; Baumöl, das ſich beym Gerinnen zuſammenzieht, wird ſtärker verdichtet, als rectificirter Weingeiſt, der ſich im Gefrieren ausdehnt. Dagegen muß auch die Urſache, welche zuletzt das Verdünſten und Kochen bewirkt, ſchon einige Zeit vor dem Verdünſten ſelbſt wirken, und ihr Einfluß muß die Ausdehnungen durch gleiche Grade der Wärme ſtärker machen, als ſie ſonſt ſeyn würden. So ſind auch wirklich die Ausdehnungen der Oele zunehmend, in Vergleichung mit den Ausdehnungen des Queckſilbers, welches ſpäter kocht und verdünſtet.

Aus dieſen Betrachtungen wird gefolgert, daß eine Materie, welche ſehr ſpät verdünſtet und kocht, ſehr ſpät gefriert, und ſich beym Gefrieren nicht ausdehnt, ſehr geſchickt zum Maaße der Wärme ſey, nicht blos darum, weil ſie ſich länger im Stande befindet, große Grade der Hitze und Kälte anzugeben, ſondern vorzüglich deshalb, weil ſie mehr und länger, als andere Materien, von den Einflüßen frey bleibt, welche in der Hitze und Kälte den Gang unregelmäßig machen, und ſein richtiges Verhältniß zu den eigentlichen Veränderungen der Wärme ſelbſt ſtören.

Nun iſt es bekannt, daß das Queckſilber ſpäter verdünſtet und kocht, als alle andern gewöhnlich flüßigen Materien; und was ſein Gefrieren betrift, ſo leitet Herr de Lüc aus Brauns Verſuchen die Folgerungen ab, daß es ſich 1) dabey nicht ausdehne, 2) erſt bey einer ungemein großen Kälte gefriere, 3) bis zum Gefrieren ſelbſt ſich regelmäßig ver-

dichte. Man hat zwar ſeitdem die Gefrierung des Queckſilbers genauer unterſucht, und gefunden, daß die dazu erforderliche Kälte bey weitem ſo groß nicht iſt, als man ehedem glaubte, ſ. **Gefrierung**; auch daß ſich dabey ein **plötzliches Zuſammenziehen** ereignet. Daher müſten eher die Verdichtungen des Queckſilbers bey zunehmender Kälte **ſtärker** werden, als ſie dem wahren Gange der Wärme gemäß ſeyn ſollten. Hiedurch leiden nun zwar die bey 2) und 3) angeführten Umſtände einige Einſchränkung: aber Herr **de Lüc** macht auch wahrſcheinlich, daß die Urſache der Zuſammenziehung beym Gefrieren plötzlich entſtehe, und nicht ſo, wie die Urſache der Ausdehnung, ſchon vorher auf den Gang der Verdichtungen Einfluß habe, woraus denn folgt, daß eine Materie, deren Verdichtungen in Vergleichung mit allen andern **zunehmend** ſind, in ihrem Gange den Verhältnißen der Veränderungen der Wärme ſelbſt am nächſten komme. Daß nun das Queckſilber wirklich eine ſolche Materie ſey, zeigt Herr de Lüc in einer aus mühſamen Verſuchen gezognen Tabelle (§. 418 m, der Ueberſ. S. 431.), wo der Gang eines Queckſilberthermometers mit dem Gange von ſechs andern von Baumöl, Camillenöl, Quendelöl, Weingeiſt, Salzwaſſer und Waſſer verglichen iſt.

Dies alles wäre denn doch nur hypothetiſch. Aber Herr **de Lüc** fügt ſogleich eine Beſtätigung ſeines Satzes durch unmittelbare Erfahrungen hinzu. **Renaldini** hatte vorgeſchlagen, das Thermometer in Miſchungen von kaltem und warmen Waſſer zu graduiren; **Wolf** (Elem. Aerom. Lipſ. 1709. 12. p. 209. ſqq.) und **Bülfinger** (Elem. Phyſ. Lipſ. 1742. 8.) hatten dieſen Vorſchlag angeführt; auch war Herr **le Sage** in Genf darauf gekommen, mit der nöthigen Vorſicht das Thermometer in ſolche Miſchungen zu bringen, und dadurch ein **äquidifferentiales Thermometer** (deſſen ungleiche Grade gleiche Unterſchiede der wirklichen Wärme ausdrückten) zu verfertigen. Hr. **de Lüc** benützte dieſe Gedanken ſinnreich. Er miſchte gleiche Maſſen Waſſer von ungleichen Temperaturen m, n, welche nach **Richmanns** Regel (ſ. **Feuer**, Th. II. S. 219.) eine Mi-

ſchung von der Temperatur $\frac{m+n}{2}$ geben müſſen. Daß die Grade m, n nicht abſolute Größen der Wärme ausdrücken, ſchadet hiebey nicht; denn geſetzt, die abſoluten Größen ſelbſt ſeyen $z+m$, $z+n$, ſo wird nach eben dieſer Regel die Wärme der Miſchung wiederum $z+\frac{m+n}{2}$ ſeyn; d. i. die Reſultate bleiben dieſelben, nur daß überall noch einerley unbekanntes z hinzugeſetzt werden müſte, wenn man abſolute Größen der Wärme haben wollte.

Wenn gleiche Maſſen von 6 Grad und von 75 Grad Temperatur (nach dem Queckſilberthermometer von 80 Graden) vermiſcht wurden, ſo ſollte die Miſchung 40, 5 Grad halten; das Thermometer zeigte aber nur 39, 2 Grad.

Hiebey war das heiſſe Waſſer in das Gefäß des kältern gegoſſen worden. Um den Einfluß der Erkältung während des Zugießens, und der Mittheilung der Wärme an das kältere Gefäß auszuſchließen, ward jetzt das kältere Waſſer von 5, 2 Grad in das Gefäß des heiſſern von 75 gegoſſen. Die Miſchung ſollte 40, 1 Grad halten, das Thermometer zeigte aber nur 39, 3.

Die wahre Wärme hatte hiebey um den halben Unterſchied der Temperaturen (34, 9) abgenommen: das Queckſilber hatte ſich um mehr, als den halben Unterſchied (nemlich um 75 — 39, 3 = 35, 7) verdichtet, und ihm blieb für die andere Helfte bis völlig zur kältern Temperatur weniger Verdichtung (nur 39, 3 — 5, 2 = 34, 1) übrig. Folglich zeigt ſich der Gang des Queckſilbers bey gleichen Verminderungen der Wärme wirklich abnehmend. Dies, ſagt Herr de Lüc, iſt die ſtärkſte Beſtätigung des Satzes, daß das Queckſilber in ſeinem Gange den Veränderungen der Wärme ſelbſt näher kömmt, als andere Materien. Denn da ſein Gang gegen Verdichtungen anderer Materien bey gleichen Verminderungen der Wärme gehalten, zunehmend, mit der Wärme ſelbſt aber verglichen immer noch abnehmend iſt, ſo müſſen ſich ja alle bisher verſuchte Materien vom Gange der Wärme ſelbſt noch mehr, als das Queckſilber, entfernen.

Herr de Lüc geht noch weiter. Die angegebnen Verſuche lehren, daß die Gänge des Queckſilbers und der Wärme ſelbſt nur wenig von einander abweichen. Nach einer muthmaßlichen Berichtigung wegen Erkältung beym Ausgießen und wegen der Wärme des Gefäßes, war das mittlere Reſultat, daß das Thermometer, das 39, 3 zeigte, 40, 3 müſte gezeigt haben, wenn ſeine Grade gleiche Theile der Wärme ausdrückten. Der Gang der Oele wich wiederum ſehr wenig vom Gange des Queckſilbers ab, und die Vergleichung zeigte, daß das weſentliche Camillenöl bey der Temperatur der vorigen Miſchung gerade eben ſo weit vom Queckſilber, als dieſes von der Wärme ſelbſt, abgieng. De Lüc nahm alſo den Gang dieſes Oelthermometers in Vergleichung mit dem Queckſilberthermometer, für den Gang des letztern in Vergleichung mit der Wärme ſelbſt an, und zog daraus nach wiederholter Prüfung durch mehrere Verſuche folgende Tafel, in der die unbekannt bleibende **Wärme des zergehenden Eiſes** durch Z ausgedrückt iſt.

	Queckſilbertherm. von 80 Grad	Wirkliche Wärme	Unterſchiede der wirkl. W.
Siedpunkt	80 - -	Z + 80, 00	
	75 - -	Z + 75, 28	4, 72
	70 - -	Z + 70, 56	4, 72
	65 - -	Z + 65, 77	4, 79
	60 - -	Z + 60, 96	4, 81
	55 - -	Z + 56, 15	4, 81
	50 - -	Z + 51, 26	4, 89
	45 - -	Z + 46, 37	4, 89
	40 - -	Z + 41, 40	4, 97
	35 - -	Z + 36, 40	5, 00
	30 - -	Z + 31, 32	5, 08
	25 - -	Z + 26, 22	5, 10
	20 - -	Z + 21, 12	5, 10
	15 - -	Z + 15, 94	5, 18
	10 - -	Z + 10, 74	5, 20
	5 - -	Z + 5, 43	5, 31
Eispunkt	0 - -	Z	5, 43
			80, 00

Das Verhalten der übrigen flüßigen Materien zu überſehen, dient folgende Tabelle, welche den Grad angiebt, auf dem die aus ihnen verfertigten Thermometer ſtehen, wenn das von Queckſilber 38, 6 Grad zeigt, alſo die wirkliche Wärme Z + 40 iſt. Dabey iſt auch das Verhältniß ihrer Verdichtungen vom Siedpunkte bis zu Z + 40, und von da bis zum Eispunkte angegeben.

Materien des Therm.	Stand bey der Wärme Z + 40	Verhältniß der Verdichtung in der 1ſten u. 2ten Helfte
Queckſilber - - -	38, 6 - -	15 : 14
Baumöl u. Leinöl -	37, 8 - -	15 : 13,4
Camillenöl - -	37, 2 - -	15 : 13
Quendelöl - - -	37 - -	15 : 12,9
Geſätt. Salzwaſſer -	34, 9 - -	15 : 11,6
Weingeiſt, der Pulver zündet - -	33, 7 - -	15 : 10,9
Waſſer - - - -	19, 2 - -	15 : 4,7

Da beym Thermometer alles auf eine gleichförmige und allgemein übereinſtimmende Art der Verfertigung ankömmt, wobey man von der Bedingung, die Theile der Scale gleich zu machen, nicht abgehen kan, ſo verſteht ſich von ſelbſt, daß man zum allgemein anzunehmenden Thermometer diejenige Materie wählen müſſe, bey der gleiche Theile, ſo nahe, als möglich, gleiche Aenderungen der Wärme bezeichnen. Die angeführten Verſuche beweiſen, daß dieſe Materie das Queckſilber ſey.

Ein zweyter Vorzug des Queckſilbers iſt dieſer, daß es ſich leichter, als andere Materien, von Luft reinigen läſt. Der Weingeiſt muß, wenn er die Wärme des ſiedenden Waſſers annehmen ſoll, entweder von Luft befreyt, oder durch zurückgelaſſene Luft im obern Theile der Röhre gedrückt werden. Das erſte Mittel nach Durands Vorſchlage (ſ. de Lüc §. 423. c.) iſt mühſam, zumal bey engen Röhren; das zweyte, welches Dücreſt braucht, unſicher und unbeſtimmt. Alle Materien werden den Siedpunkt unrichtig zeigen, wenn ſie nicht von Luft befreyt ſind, welches bey Oelen, Salzwaſſer u. dergl. äuſſerſt ſchwer, beym Queckſilber aber durchs Kochen ſicherer zu bewerkſtelligen iſt.

Drittens verträgt das Queckſilber ſehr große Grade der Hitze und Kälte; nach de Luc von + 275 bis — 261 der Scale von 80 Theilen. Nach den beym Worte Gefrierung erzählten Verſuchen möchte doch die Kälte, die es erträgt, nicht viel über — 32 Grad dieſer Scale gehen, und überhaupt der höchſt rectificirte Weingeiſt für große Grade der Kälte ein ſchicklicheres Maaß, als das Queckſilber, abgeben.

Das Queckſilber hat viertens den Vorzug der größern Empfindlichkeit, vermöge welcher es die Veränderungen der Wärme ſchneller, als andere Materien, annimmt. De Lüc ſetzt es ſechsmal empfindlicher, als den Weingeiſt, und erklärt hieraus einen Theil des Unterſchieds, der ſich zwiſchen Dücreſt's und ſeiner Tafel über die correſpondirenden Grade des Weingeiſt- und Queckſilberthermometers zeiget. Herr Luz (Vollſt. Anweiſ. die Therm. zu verfertigen, Cap. 8. S. 159 u. f.) glaubt doch, aus ſeinen dort umſtändlich erzählten Verſuchen ſchließen zu dürfen, daß Queckſilber und Weingeiſt in freyer Luft und in einem ſeine Wärme nach und nach verlierenden Waſſer beyde gleich empfindlich ſind, dahingegen bey plötzlich abnehmender Wärme das Queckſilber doppelt, und bey plötzlich zunehmender dreymal empfindlicher ſey, als der Weingeiſt. Beym allmähligen Erkalten in freyer Luft that zwar das Queckſilber die erſten Schritte ſchneller, aber gegen das Ende holte es der Weingeiſt ein, und gelangte zum Gleichgewichte mit der äuſſern Luft faſt noch eher, als das Queckſilber.

Fünftens kan man das Queckſilber bey gehöriger Reinigung als eine Materie von immer gleicher Beſchaffenheit anſehen, ſo daß alle Queckſilberthermometer ebendenſelben Gang haben, dahingegen der Weingeiſt ſtets von anderer Güte und Beſchaffenheit gefunden wird; daher der Gang der Weingeiſtthermometer, wie auch die Verſuche lehren, immer verſchieden ausfällt.

Dücreſt tadlet am Queckſilber, es dränge ſich bey heftiger Kälte mehr zuſammen, als es ſich verhältnißmäßig in der Hitze ausdehne. In der That iſt es von dem Tadel einer ſtarken Zuſammenziehung beym Gefrieren nicht frey, und taugt auch dabey nicht mehr zum Maaße der Wärme. Dü-

creſt aber nimmt die Sache ſo, daß ſeine Temperatur der Erdkugel der Standpunkt iſt, von dem aus die Materien der Wärme und der Kälte gleiche oder verhältnißmäßige Ausdehnungen oder Verdichtungen bewirken ſollen. Dieſe Gleichheit glaubt er nun beym Weingeiſte zu finden, beym Queckſilber aber nicht, wenn er die äuſſerſten Temperaturen auf der Erde, die Wärme in Senegal und die Kälte in Kamſchatka, mit dem gemäßigten Mittel vergleicht. Es kan ſeyn, daß ſich bey der angeführten Kälte das Queckſilber ſchon unregelmäßig verdichtet: aber die angenommenen Vergleichungspunkte beruhen überhaupt nur auf einer leeren Hypotheſe. Herrn de Lüc Verſuche zeigen im Gegentheil, daß zwiſchen Süd- und Eispunkte und bey mindern Graden der Kälte die Verdichtungen des Queckſilbers in Vergleichung mit der Wärme ſelbſt keineswegs zunehmend, ſondern nur weniger abnehmend ſind, als die des Weingeiſts.

Gegen die Verſuche und Sätze des Herrn de Lüc hat der verſtorbene Strohmeyer (Anleit. übereinſtimm. Thermomet. zu verf. Gött. 1775. 8.) einige Widerſprüche erregt. Die Behauptung dieſes Schriftſtellers (S. 12.), daß der Weingeiſt in tiefern Graden der Kälte vorzuziehen ſey, verdient auch unſtreitig Beyfall. Bey einer äuſſern Temperatur von —16 nach Fahr. blieb der Weingeiſt in einer Miſchung von Schnee und rauchendem Salpetergeiſt noch vollkommen flüßig, da das Queckſilber ſchon wie ein weiches Amalgama gerann, und ſich im Anfange des Gerinnens ſehr ſchleunig zuſammenzog, nachher aber, wie ein Faden, hängen blieb.

Im übrigen aber hat dieſer fleißige und erfahrne Praktiker den Sinn des Herrn de Luc nicht richtig gefaßt, wenn er (S. 11.) ſagt, „den Hauptgrund, den de Lüc einwende, „als wenn der Weingeiſt einen ungleichen Gang ha„be, werde er durch Verſuche widerlegen.“ Eines ſolchen Grundes bedient ſich de Lüc nirgends; er müſte ſonſt das Queckſilber ſelbſt verwerfen, von dem er ja nicht läugnet, daß ſein Gang auch ungleich ſey. Nur das iſt ſeine Meinung, daß das Queckſilber dem gleichen Gange der Wärme ſelbſt näher, als der Weingeiſt, komme. Dies widerlegen nun die Verſuche nicht, die Strohmeyer gar nicht einmal anführt, ſondern nur überhaupt von ihnen ſagt, ſie ſtimmten ganz

mit Dücreſt überein. Von Vergleichung mit der Wärme ſelbſt (worauf die Sache ganz allein ankömmt) wird dabey kein Wort erwähnt. Ueberdies hat ſchon Hr. Luz (Anweiſ. Therm. zu verfert. S. 201.) gezeigt, daß Strohmeyer in Dücreſt's Tabellen die Columne, die dem Queckſilber zugehört, mit der für den Weingeiſt verwechſelt, und dieſen Fehler auch in ſeiner Rechnung fortgeführt hat. Wie nun damit die Verſuche haben übereinſtimmen können, iſt nicht abzuſehen. Daher kan auch die Beſchuldigung, daß Hr. de Lüc das gehörige Umrühren des erwärmten Waſſers müſſe vernachläſſigt haben, dieſen großen Experimentator gar nicht treffen, der noch überdies (Unterſ. über die Atm. §. 418. g.) ausdrücklich verſichert, er habe dieſe Vorſicht genau beobachtet.

Herrn Luz Verſuche hingegen weichen von de Lüc nur um Kleinigkeiten ab, wie folgende Vergleichung von vier zwiſchen Siedpunkt des Waſſers und Eispunkt in 80 Grade getheilten Thermometern (Luz S. 195.) zeigen wird.

Queckſilbertherm.		Weingeiſtthermometer		
		Dücreſt	de Lüc	Luz
Siedpunkt	80	80, 00	80, 00	80, 00
	75	73, 21	73, 80	73, 80
	70	66, 83	67, 80	67, 80
	65	60, 80	61, 90	61, 90
	60	55, 06	56, 20	56, 10
	55	49, 57	50, 70	50, 40
	50	44, 31	45, 30	44, 90
	45	39, 24	40, 20	39, 60
	40	34, 36	35, 10	34, 70
	35	29, 63	30, 30	29, 90
	30	25, 05	25, 60	25, 30
	25	20, 60	21, 00	20, 90
	20	16, 27	16, 50	16, 50
	15	12, 05	12, 20	12, 20
	10	7, 94	7, 90	7, 90
	5	3, 93	3, 90	3, 90
Eispunkt	0	0, 00	0, 00	0, 00
	— 5	— —	— —	3, 90
	— 10	— —	— —	7, 60
	— 15	— —	— —	11, 20
	— 20	— —	— —	14, 50

Beſtimmung der feſten Punkte.

Bey den jetzt gebräuchlichen Thermometern iſt der obere feſte **Punkt** die **Wärme des ſiedenden Waſſers.** Der Punkt, bis an welchen die flüßige Materie im Thermometer bey dieſer Wärme reicht, heißt ſein **Siedpunkt** (punctum aquae ebullientis, *terme de l'eau bouillante*). Es kommen aber hiebey Umſtände vor, welche dieſe Wärme, die man in allen Fällen für gleich groß annimmt, ſehr verändern können.

Regen- Fluß- und Quellwaſſer nehmen nach de Lüc gleiche Siedhitze an; geſättigtes Salzwaſſer aber auf 7 reaum. Grad mehr. Man nimmt daher am ſicherſten Regenwaſſer. Die äuſſere Wärme oder Kälte der Luft thut wenig zur Sache, weil das Feuer beym Kochen die umgebende Luft ziemlich gleichförmig erwärmt. Mehr Einfluß hat die Geſtalt der Gefäße, und die Beſchaffenheit ihres Deckels. Bey allzugeringer Waſſermenge, wobey das Waſſer nach und nach verdünſtet, nimmt auch die Hitze etwas ab. Ueberdies iſt es nicht genug, die Kugel allein in das ſiedende Waſſer zu bringen; ſondern es muß auch die Röhre ſo weit, als die flüßige Materie in ihr ſteigt, der Hitze deſſelben ausgeſetzt, und darinn erhalten werden. Ferner hat Herr de Lüc gefunden, daß bisweilen, beſonders wenn das Waſſer noch nicht völlig kocht, die Hitze auf dem Boden faſt um 1 Grad größer iſt, als im obern Theile des Gefäßes. Weil das Waſſer ſelbſt während des Kochens noch heißer wird, ſo muß man es auf das ſtärkſte kochen laſſen. Endlich hat auch der **Druck des Luftkreiſes** einen vorzüglich ſtarken Einfluß auf die Größe der Siedhitze, ſ. **Sieden**; daher es nöthig iſt, den Siedpunkt aller Thermometer entweder bey einerley Barometerhöhe zu ſuchen, oder wenigſtens durch eine Berichtigung auf eine gewiſſe immer gleiche Barometerhöhe zu reduciren.

Dieſe Umſtände machen, daß man ſich auf die Uebereinſtimmung der an den gewöhnlichen Thermometern bemerkten Siedpunkte ſelten oder gar nicht verlaſſen kan. Wenn vollends die Materie ſolcher Werkzeuge unfähig iſt,

die Siedhitze des Waſſers anzunehmen, ſo werden die Abweichungen ſehr groß, wie z. B. der Siedpunkt des wahren reaumüriſchen Thermometers in der That nur 66⅔ Grad der Scale von 80 Theilen anzeigt. Auch wenn die Siedpunkte bey verſchiednen Barometerhöhen geſucht ſind, können ſie merklich abweichen, wie denn der Siedpunkt der de lüciſchen Thermometer mit 210 (nicht 212) Grad der fahrenheitiſchen Scale auf den engliſchen übereinkömmt, ſ. Sieden.

Eine allgemeine Methode zu Beſtimmung der feſten Punkte vorzuſchlagen, trug die königliche Societät zu London im Jahre 1777 einigen ihrer Mitglieder auf, unter welchen ſich auch die Herren **Cavendiſh**, **de Lüc**, **Maſkelyne** und **Horsley** befanden. Aus dem Berichte dieſer Gelehrten (Philoſ. Trans. Vol. LXVII. P. II. no. 37. Bericht einer von der königl. Societät zu London niedergeſetzten Commiſſion, über die beſte Methode, die feſten Punkte des Therm. zu beſtimmen, in den leipz. Samml. zur Phyſ. u. Naturg. I. B. 6. St. S. 643 u. f.) will ich hier die vorzüglichſten ihrer Vorſchläge auszeichnen.

Sie rathen zuförderſt, das Thermometer gar nicht ins Waſſer zu ſenken, ſondern blos in einem verſchloßnen Gefäße (ſ. Taf. XXIV. Fig. 49.) dem Dampfe des ſiedenden Waſſers auszuſetzen, welche Methode **Cavendiſh** (Phil. Trans. Vol. LXVI. p. 380.) zuerſt empfohlen hat. Die Hitze dieſer Dämpfe iſt ſehr gleichförmig, und giebt, wenn das Barometer auf 29, 8 engl. Zoll ſteht, den Siedpunkt ¾ Grad der 80theiligen Scale höher, als den delüciſchen (für 27 pariſ. Zoll Barometerhöhe). Will man die Kugel etwa 2 — 3 Zoll tief ins Waſſer einſenken, ſo findet man eben dieſen Siedpunkt, wenn das Barometer auf 29½ Zoll ſteht.

Sie empfehlen die Barometerhöhe 29, 8 engl. Zoll (d. i. 27 Zoll 11, 54 Lin. = 335, 54 Lin. pariſ. Maaß) als die allgemeine, bey der man den Siedpunkt ſuchen ſoll, wenn man blos Dämpfe gebraucht; oder 29, 5 engl. Zoll (d. i. 332, 15 pariſ. Lin.), wenn man die Kugel 2 — 3 Zoll ins kochende Waſſer einſenkt. Bey andern Barometer-

ſtänden ſolle man den gefundenen Siedpunkt auf die angegebnen reduciren.

Bey dieſer Reduction würde der Gebrauch der de lücſchen Formeln (ſ. **Sieden** ⊙ und ☾) etwas beſchwerlich ſeyn. Man kan aber ſetzen, in den engen Grenzen der gewöhnlichen Barometerveränderungen bleiben die Aenderungen des Siedpunkts den Aenderungen des Barometers proportional. Weil ſich nun um die hier angenommenen Barometerſtände herum der Siedpunkt um 0, 181 fahrenheit. Grad, d. i. um ein Tauſendtheil des ganzen Abſtands von 180 Graden, ändert, wenn ſich das Barometer um 0, 114 engl. Zoll ändert (ſ. **Sieden** oben S. 55.), ſo kan man die leichtere Regel geben: Steht das Barometer um 0, 114 a Zoll höher oder niedriger, als die zur allgemeinen Norm vorgeſchriebnen Stände ſind, ſo muß man den gefundenen Siedpunkt um a Tauſendtheile ſeines Abſtands vom Eispunkte weiter herab, oder hinaufrücken.

Hiernach iſt nun folgende Berichtigungstabelle berechnet

Barom. höhe in Dämpfen	Barom. höhe im Waſſer	Berichtig. in Tauſendtheilen	Barom. höhe in Dämpf.	Barom. höhe im Waſſer	Berichtigung in Tauſendt.
	30, 64	— 10	29, 69	29, 39	+ 1
	53	— 9	58	28	+ 2
30, 71	41	— 8	47	17	+ 3
59	29	— 7	36	06	+ 4
48	18	— 6	25	28, 95	+ 5
37	07	— 5	14	84	+ 6
26	29, 95	— 4	03	73	+ 7
14	84	— 3	28, 92	62	+ 8
03	73	— 2	81	51	+ 9
29, 91	61	— 1	70		+ 10
80	50	0	59		+ 11

Luz (Vollſt. Beſchr. von Barom. 1784. Anhang S. 32.) hat dieſe Tabelle zugleich auf franzöſiſches Maaß reducirt, und ſetzt ſtatt 0, 114 engl. Zoll, 1, 24 pariſer Linien.

Ex. Bey 29 Zoll Barometerhöhe ſey der Siedpunkt im Dämpfen beſtimmt worden; der Abſtand zwiſchen ihm und dem Eispunkte betrage 11 Zoll. Die Zahl, welche in der Columne für die Dämpfe 29 Zollen am nächſten kömmt, iſt 29, 03. Da man bey ihr + 7 findet, ſo muß die Stelle des 212ten Grades um $\frac{7}{1000}$. 11 = 0, 077 Zoll höher, als der beobachtete Siedpunkt, geſetzt werden.

Beym Verſuche ſelbſt muß der Siedpunkt nur gerade über den Deckel des Gefäßes hervorragen, damit die ganze Röhre erhitzt werde; die Kugel muß noch 1 — 2 Zoll über dem Waſſer ſtehen, ſo daß ſie von demſelben auch im ſtärkſten Kochen nicht berührt wird.

Die Oefnung, durch welche das Thermometer eingelaſſen wird, muß genau verſchloßen ſeyn, und keine Luft eindringen laſſen. Die Dämpfe nehmen ihren Ausgang durch eine Röhre von ½ Quadratzoll Durchſchnitt und 2 — 3 Zoll Höhe, die mit einer zinnernen Platte bedeckt iſt, welche die Gewalt der Dämpfe von ſelbſt in die Höhe hebt und verſchiebt. Der Deckel muß ſich leicht abheben laſſen; damit er aber gut anpaſſe, legt man unter ſeinen Rand einen Ring von Tuch oder Filz.

Das Waſſer muß ſchnell und ſtark gekocht werden; dennoch muß man 1 — 2 Min. lang warten, ehe man den Siedpunkt bezeichnet, um zu ſehen, ob das Queckſilber nicht noch weiter ſteigen werde.

Soll die Kugel ins Waſſer ſelbſt geſenkt werden, ſo wird an der vorigen Methode nichts geändert, auſſer daß das Waſſer 3 — 4 Zoll höher ſtehen muß, und daß es nicht mehr nöthig iſt, den Deckel ſo genau anzupaſſen, und die zinnerne Platte auf das Dampfrohr zu legen.

Die engliſchen Gelehrten laſſen noch eine dritte Methode zu, wobey man das Thermometer in ein ofnes Gefäß mit der Kugel ins Waſſer ſetzt, die Röhre mit leinenen Lappen oder Flanell umwickelt, und dieſe mit ſiedendem Waſſer begießt, um die Röhre zu erhitzen. Man muß ſie 3 – 4 mal begießen, zwiſchen jedemmale einige Secunden inne halten, auch nach dem letztenmale einige Secunden warten, ehe man den Siedpunkt anzeichnet. Hiebey muß die Ba-

rometerhöhe 29, 8 Zoll ſeyn, das Waſſer ſchnell gekocht, das Thermometer aufrecht gehalten, die Kugel 2 — 3 Zoll unter Waſſer und dahin gehalten werden, wo die Bewegung des Waſſers von unten aufwärts geht.

Der jetzt angenommene untere feſte Punkt heißt insgemein der **Eispunkt.** Fahrenheit ſetzte die Null an ſeine vermeinte gröſte Kälte, die er zu jeder Jahrszeit durch Eis und Salmiak hervorbrachte, und weil er fand, daß die natürliche Gefrierung auf den 32ſten Grad ſeiner Scale von 212 Theilen fiel, ſo nannte er dieſen Grad den Gefrierpunkt, ſo daß ſeine Scale zwiſchen dieſem und dem Siedpunkte noch 180 Theile zählt. Man weiß nicht, ob Fahrenheit die Temperaturen des gefrierenden Waſſers und des zergehenden Eiſes gehörig unterſchieden hat; Martine, der ſonſt ſo gründlich von Fahrenheits Thermometer ſchreibt, verſteht unter dem 32ſten Grade beyde ohne Unterſchied.

Reaumür redet beſtimmter, und nimmt zum Eispunkte die Temperatur an, die zum Gefrieren des Waſſers hinreichend iſt. Dieſe ſuchte er, indem er ein kleines Gefäß mit Waſſer in eine Miſchung von 2 Theilen Eis und 1 Theil Kochſalz ſetzte, und wartete, bis das Waſſer gefroren war, und der Weingeiſt in dem hineingeſenkten Thermometer nicht weiter herabfiel. Herr de Lüc aber (Unterſ. über die Atm. I. Band §. 436. h, 443. r.) findet, daß dieſe Methode unſicher iſt, und an den eigentlichen reaumüriſchen Thermometern den Gefrierpunkt um $\frac{4}{5}$ Grad tiefer gegeben hat, als der Punkt des zergehenden Eiſes ſteht. In der Folge haben Reaumür und Nollet ſelbſt dieſen letztern Punkt gewählt; Briſſon, der Augenzeuge hievon war, hat dieſe Methode von ihnen angenommen.

Jetzt braucht man durchgängig den Punkt des zergehenden **Eiſes oder Schnees,** welcher weit ſicherer und leichter, als jener, zu bemerken iſt. Es iſt dies eigentlich die Temperatur des Waſſers, das eben vom Eiſe abthaut, oder des mit Eis vermiſchten Waſſers. Herr de Lüc (Unterſ. §. 438. c.) findet dies alles einerley, füllt da-

her ein Gefäß mit Eis, welches zuvor in einem Tuche mit dem Hammer klein geſchlagen worden, und ſetzt das Thermometer ſo hinein, daß es ganz davon umgeben iſt, und unter der Kugel noch 1 Zoll hoch Eis über dem Boden liegt. Indem das Eis zergeht, halten ſich Waſſer und Eis in gleicher Temperatur.

Strohmeyer (Anleit. S. 28.) glaubt doch, dieſe Methode ſey bis auf $1\frac{1}{2}$ reaum. Grade ungewiß. Er zieht das **Waſſer im Eiſe** vor, läſt daher Regen- oder Schneewaſſer in einem Gefäße bey natürlicher Kälte ringsum einfrieren, durchbricht dann die obere Eisrinde, und ſetzt das Thermometer, ſo weit das Queckſilber reicht, in das mit Eis umgebne Waſſer. Dieſes Verfahren, welches ſich von Dücreſt herſchreibt, iſt zwar ſehr bequem, aber nach Herrn Luz (Anweiſ. Thermom. zu verf. §. 122—129.) auf $\frac{1}{5}$ Grad unſicher, beſonders, wenn die Eisrinde nicht dick genug iſt. Hingegen fand eben dieſer geſchickte Praktiker Herrn de Lüc Methode ſo ſicher, daß er nicht $\frac{1}{10}$ Grad Abweichung bey ihr bemerkte, den einzigen Fall eines einfallenden Thauwetters ausgenommen, bey welchem das zergehende Eis allezeit um $\frac{1}{12}$ reaum. Grad wärmer, als ſonſt iſt. Er erinnert, man ſolle die mit Liquor gefüllten Thermometer nicht zu plötzlich in das Eis bringen, weil ſonſt beym Fallen zu viel Liquor an den Wänden der Röhre hängen bleibe.

Die engliſchen Gelehrten bleiben ebenfalls bey dieſer Methode, und bemerken nur, man müſſe die Röhre ganz, ſo weit in ihr das Queckſilber reicht, mit Eis umgeben, oder ſonſt eine kleine von ihnen angegebene Berichtigung machen.

Es giebt noch einige Punkte, die als feſte betrachtet und insgemein auf den Thermometern angemerkt werden. Dahin gehört die Temperatur der Keller der pariſer Sternwarte (*température des caves de l'Obſervatoire*) welche in einer Niſche der Mauer eines 84 Schuh tiefen Kellers ſtatt findet. Sie ſtimmt mit dem *Tempéré* des Ducreſt überein, und iſt nach Herrn de Lüc genauer Beſtimmung = 9, 6 des Queckſilberthermometers von 80

Graden. Die natürliche Wärme des menſchlichen Körpers, die man findet, wenn man ein Thermometer eine Stunde lang in den Mund, oder unter den bloßen Arm nimmt, hatte Reaumür auf ſeinem Weingeiſtthermometer bey 32 Grad angegeben; er hatte aber die Werkzeuge nur eine Viertelſtunde lang erwärmt; Briſſon, der bis auf eine Stunde aushielt, fand $32\frac{1}{2}$; und de Lüc beſtimmt dies auf 29, 9 des Queckſilberthermometers von 80 Graden.

Vergleichung der Scalen.

Wenn die feſten Punkte eines Thermometers gehörig beſtimmt ſind, ſo theilt man die gerade Linie zwiſchen ihnen, oder den Fundamentalabſtand, in eine Anzahl gleicher Theile, welche Grade heiſſen, und die Scale oder Gradleiter des Werkzeugs ausmachen. Da es hiebey willkührlich iſt, wie viel Theile man machen, und wie man ſie zählen will, ſo giebt es verſchiedene Scalen, die man aber leicht und ſicher mit einander vergleichen kan, wofern nur die feſten Punkte, durch die ſie begrenzt werden, nach einerley Methode geſucht und alſo genau übereinſtimmend ſind.

Für zwo verſchiedene Scalen heiſſen die Anzahlen der Grade, die der ganze Fundamentalabſtand enthält, A und a; die Zahlen, ſo bey den Eispunkten ſtehen, E und e; die Zahlen bey zwo andern übereinſtimmenden Punkten X und x. Man fragt, wie die leztern beyden auseinander gefunden werden?

Aufl. Die Mengen der Grade zwiſchen den Eispunkten und den mit X, x bezeichneten (d. i. X — E und x — e), müſſen ſich in beyden Scalen eben ſo verhalten, wie die Mengen der Grade zwiſchen Eis- und Siedpunkten (d. i. wie A und a). Wenn nun

$$A : a = X - E : x - e$$

ſo folgt

$$X = \frac{A}{a}(x - e) + E \text{ und } x = \frac{a}{A}(X - E) + e$$

wo herabwärts gezählte Grade durch negative Zahlen angedeutet werden.

Daraus laſſen ſich nun leicht beſondere Formeln für gegebne Scalen herleiten. Wenn die Buchſtaben F, R, I, C, übereinſtimmende Grade auf Fahrenheits, Reaumür, De l'Isle, Celſius Scalen bedeuten, ſo findet man aus den allgemeinen Formeln, wenn man für Fahrenheit $A = 180$; $E = 32$; $X = F$: für Reaumur $a = 80$; $e = 0$; $x = R$: für de l'Isle $a = 150$; $e = -150$, $x = -I$: für Celſius $a = 100$; $e = 0$; $x = C$ ſetzt,

$$F = \tfrac{9}{4} R + 32 \; ; \; R = \tfrac{4}{9}(F - 32)$$
$$F = 212 - \tfrac{6}{5} I \; ; \; I = 176\tfrac{2}{3} - \tfrac{5}{6} F$$
$$F = \tfrac{9}{5} C + 32 \; ; \; C = \tfrac{5}{9}(F - 32)$$

Ex. 1. Für Fahrenheits künſtlichen Froſtpunkt, oder $F = 0$, iſt

$$R = -\tfrac{4}{9}.\, 32 = -14\tfrac{2}{9};\; I = 176\tfrac{2}{3};\; C = -\tfrac{5}{9}.\, 32 = -17\tfrac{7}{9}.$$

Ex. 2. Für den Gefrierpunkt des Queckſilbers, nach den neuern Verſuchen, $F = -40$

$$R = -\tfrac{4}{9}.\, 72 = -32;\; I = 176\tfrac{2}{3} + \tfrac{5}{6}.\, 40 = 210;\; C = -\tfrac{5}{9}.\, 72 = -40.$$

Noch ein Beyſpiel des Gebrauchs der allgemeinen Formel. De Lüc bedient ſich bey den barometriſchen Höhenmeſſungen eines Thermometers, deſſen Scale 186 Grade und beym Eispunkte — 39 hat. Was zeigt die reaumüriſche Scale, wenn dieſes Thermometer Null zeigt? Die Formel giebt

$$\tfrac{80}{186}.\, (+39) + 0 = 16\tfrac{24}{31}.$$

woraus zugleich erhellet, warum Herr Kramp ſtatt Herrn de Lüc $16\tfrac{3}{4}$, richtiger $16\tfrac{24}{31}$ an dieſen Punkt ſetzt, ſ. Höhenmeſſung (Th. II. S. 632).

Nach dieſen Formeln laſſen ſich leicht Tabellen verfertigen, in welchen correſpondirende Zahlen mehrerer Scalen einander gegenüber ſtehen. Eine ſolche giebt Herr Tralles (Phyſikal. Taſchenbuch. Göttingen, 1786. 8. S. 87.), für die vier Scalen F, R, I, C. Sie geht von 5 zu 5 Graden der fahrenheitiſchen Scale vom Siedpunkt 212 an bis zu — 30.

Um die Vergleichung dieſer vier Scalen einigermaßen in Zahlen darzuſtellen, theile ich hier ein Verzeichniß merkwürdiger Temperaturen mit, welche nach den Graden derſelben ausgedrückt ſind.

	F	R	I	C
Queckſilber ſiedet - -	600	254$\frac{4}{9}$	—	315$\frac{5}{9}$
Bley ſchmelzt - -	540	225$\frac{7}{9}$	—	282$\frac{2}{9}$
Wismuth ſchmelzt -	460	190$\frac{2}{9}$	—	237$\frac{7}{9}$
Reines Zinn ſchmelzt -	400	163$\frac{5}{9}$	—	204$\frac{4}{9}$
Schwef. fängt an zu ſchm.	234	89$\frac{7}{9}$	—	112$\frac{2}{9}$
Siedpunkt des Waſſ.	212	80	0	100
Siedender Alcohol -	174	63$\frac{1}{9}$	31$\frac{2}{3}$	78$\frac{5}{9}$
Carlsbader Sprudelwaſſ.	165	59$\frac{1}{9}$	39$\frac{1}{6}$	73$\frac{8}{9}$
Schmelzendes Wachs	140	48	60	60
Wärme in Senegal 12. April 1738 - -	110	34$\frac{2}{3}$	85	43$\frac{1}{3}$
Wärme in Leipzig 1755	101$\frac{3}{4}$	31	91$\frac{7}{8}$	38$\frac{3}{4}$
Menſchl. Blutwärme	99$\frac{1}{4}$	29$\frac{9}{10}$	93$\frac{9}{10}$	37$\frac{3}{8}$
de Lüc Reductionstemp.	69$\frac{1}{16}$	16$\frac{3}{4}$	118$\frac{3}{4}$	21
Gemäßigte Sommerwärme	64	14$\frac{2}{9}$	124	17$\frac{7}{9}$
Temperatur der Keller	54$\frac{1}{4}$	9$\frac{9}{10}$	131$\frac{1}{2}$	12$\frac{3}{8}$
Eispunkt - - -	32	0	150	0
Weineſſig gefriert - -	28	— 1$\frac{7}{9}$	153$\frac{1}{3}$	— 2$\frac{2}{9}$
Eis mit Salmiak -	0	—14$\frac{2}{9}$	176$\frac{2}{3}$	—17$\frac{7}{9}$
Kälte zu Leipzig 28 Febr. 1785 - -	—21	—23$\frac{5}{9}$	194$\frac{1}{6}$	—29$\frac{4}{9}$
Eis mit rauchendem Salpeterg. - -	—24$\frac{3}{4}$	—25	196$\frac{7}{8}$	—31$\frac{1}{4}$
Kälte zu Waldheim 27 Febr. 1785 -	—29	—27$\frac{1}{9}$	200$\frac{5}{6}$	—33$\frac{8}{9}$
Queckſilber gefriert -	—40	—32	210	—40

Man kan endlich auch mehrere Scalen neben einander zeichnen, um ihre übereinſtimmenden Grade durch das Auge zu vergleichen. Dies geſchieht entweder am Thermometer ſelbſt, wie es Taf. XXIV. Fig. 50. für die vier obengenannten Scalen darſtellt, oder man verfertigt dazu beſondere Zeichnungen, auf denen ein Lineal, unter rechten Winkeln angelegt, die übereinſtimmenden Grade ohngefähr angiebt. Solche Vergleichungstafeln hat man von Martine (Diſſ. ſur la chaleur avec des obſerv. nouvelles ſur la conſtruct. et comparaiſon des therm. trad. de l'Angl.

à Paris, 1751. 12.), genauer von **Braun** (Harmonia ſcalarum in Nov. Comm. Petrop. To. VII.) am allergenauſten beym **Strohmeyer** (Anleit. übereinſt. Therm. zu verfertigen. Göttingen, 1775. gr. 8.), wo 5 Scalen für Weingeiſt- und 6 für Queckſilberthermometer neben einander ſtehen.

Unter der großen Menge von Scalen, welche die Thermometerſprache ſo unbeſtimmt machen, iſt doch in Deutſchland und England die fahrenheitiſche, in Frankreich und der Schweiz die reaumüriſche (oder vielmehr die von 80 Graden) am gewöhnlichſten. Auch Herr **de Lüc** braucht gewöhnlich die letztere. In Rußland bedient man ſich noch oft der de l'isliſchen, in Schweden der von Celſius. Dies nöthigt jeden, der Beobachtungen der Wärme anführt, die Scale, worauf ſich ſelbige beziehen, mit Namen anzugeben.

Verfertigung der Thermometer, und Methode zu beobachten.

Die Glasröhren zum Queckſilberthermometer werden am bequemſten von $\frac{1}{4}$ Lin. (zum Weingeiſtthermometer $\frac{1}{3}$ Lin.) Weite im Lichten, und $\frac{1}{4}$ Lin. Glasdicke gewählt. Man läßt ſie gleich auf der Hütte an den Enden zuſammendrücken, und bricht ſie beym Gebrauch erſt auf, um Staub und Feuchtigkeit abzuhalten. Sie müſſen, ſo viel möglich, eine durchgehends gleiche Weite haben, welches man durchs **Calibriren** (*Nollet* Leçons. ed. Amſt. & Leipſ. 1754. 8. To. IV. p. 376.) unterſucht. Man bringt nemlich durch Saugen, oder beſſer durch Einſenken in ein tiefes Gefäß und Zuhalten der obern Oefnung, etwas Queckſilber hinein. Dieſe, etwa 2 Zoll lange Queckſilberſäule läßt man nach und nach durch die ganze Röhre laufen, und mißt an einer auf Papier gezeichneten Linie nach, ob ſie überall gleiche Länge behält. Die Länge der Röhre iſt zwar willkührlich; zum gewöhnlichen Gebrauch aber wird die von 9 Zoll am bequemſten ſeyn, welche über 100 Grad von 1 Lin., 200 von $\frac{1}{2}$ Linie ꝛc. Länge faſſet. Thermometer zu beſon-

dern Abſichten, welche mehr oder größere Grade faſſen ſollen, müſſen freylich längere Röhren haben.

Die erſte Arbeit iſt nun das Anblaſen eines Gefäßes. Kugeln laſſen ſich leichter und ſchicklicher anpaſſen, als Cylinder; man hat aber die letztern angerühmt, weil ſie mehr Fläche haben, und daher die Empfindlichkeit vergrößern. Doch werden Kugeln, die nur nicht allzugroß ſind, immer empfindlich genug ſeyn. **Luz** bemerkt, er habe Weingeiſtthermometer mit Cylindern, wegen der allzu großen Empfindlichkeit, nie dahin bringen können, daß ſie die Hitze des ſiedenden Waſſers ausgehalten hätten. **Magellan** (Beſchreibung neuer Barometer, a. d. engl. Leipzig, 1782. 8.) ſchlägt die Geſtalt ABDE, Taf. XXIV. Fig. 51. vor, die leicht zu erhalten iſt, wenn man die Seite C der angeſchmolzenen Kugel ABDC glühend macht, und die Luft mit dem Munde aus der Röhre zieht, wodurch ACD eingedrückt, und in die Lage AED gebracht wird. Aber das Saugen bringt Feuchtigkeit in die Röhre, und der Inhalt ſolcher Gefäße iſt ſchwer zu beſtimmen. Man bleibt alſo billig bey der Kugelgeſtalt.

Das vornehmſte hiebey iſt, die ſchickliche Größe des Gefäßes auszumachen. **Luz** giebt die Regel, wenn ein Queckſilberthermometer vom Siedpunkte bis — 30 Grad nach Reaum. reichen ſolle, ſo müſſe der Inhalt der Kugel K, 47 mal den Inhalt der Röhre R ausmachen, oder $K = 47 R$ ſeyn. Solle es aber von der Hitze des kochenden Queckſilbers bis — 30 Grad gehen, ſo ſey $K = 18 R$.

Folgende Regel iſt allgemein und genauer. Es dehne ſich die Materie des Thermometers vom Eispunkte bis zum Siedpunkte um $\frac{1}{c}$ ihres Volumens aus, und dieſer Fundamentalabſtand halte a Grade. Soll nun die Röhre ſolcher Grade überhaupt n faſſen, und ſollen deren m unter den Eispunkt fallen, ſo verhält ſich der Röhre ganzer Inhalt R, zu dem Inhalte des Theils, der zwiſchen der Ku-

gel und dem Eiſpunkte liegt, wie n : m, und der Inhalt des zuletzt genannten Theils iſt $= \frac{m}{n} . R.$

Bey der Temperatur des Eiſpunkts füllt nun die Materie dieſen Theil und die Kugel zuſammen, oder

$$\frac{m}{n} . R + K = \frac{mR + nK}{n}$$

aus. Von dieſem Volumen beträgt der Fundamentalabſtand $\frac{1}{c}$, alſo jeder Grad $\frac{1}{ac}$, und die ganze Röhre ſelbſt, welche n Grade hat, $\frac{n}{ac}$. Mithin iſt

$$R = \frac{mR + nK}{ac}$$

woraus $acR - mR = nK$, und

$$R : K = n : ac - m$$

folgt.

Ex. Für die Ausdehnung des Queckſilbers vom Eiſpunkte zum Siedpunkte iſt $c = 64$. Soll nun die Scale 80 Grad haben, und die Röhre noch 30 Grad unter dem Eiſpunkte faſſen, ſo wird

$$R : K = 80 + 30 : 80 . 64 - 30 = 1 : 46\tfrac{3}{11}$$ (47 nach Luz)

Soll die Röhre den Kochpunkt des Queckſilbers erreichen, oder bis 255 Grad gehen, ſo hat man

$$R : K = 255 + 30 : 80 . 64 - 30 = 1 : 17\tfrac{6}{7}$$ (18 nach Luz)

Will man etwa zu einer beſondern Abſicht die Röhre nur vom Eiſpunkte bis zur Wärme des ſchmelzenden Wachſes oder bis 48 Grad gehen laſſen, ſo iſt $n = 48$; $m = 0$; alſo $R : K = 48 : 80 . 64 = 1 : 106\tfrac{2}{3}$

Für den Weingeiſt iſt c nicht ſo beſtimmt, im Durchſchnitte etwa $= 8\tfrac{1}{3}$.

So beſtimmt man ſehr leicht das Verhältniß zwiſchen den Capacitäten der Röhre und des Gefäßes. Um nun hieraus, wenn das Gefäß eine Kugel iſt, deren Durchmeſſer $= x$ zu finden, muß noch der Röhre Länge $= l$,

und ihr Durchmeſſer oder ihre Weite im Lichten $= d$, gegeben ſeyn. Alsdann iſt nach den Sätzen der Geometrie

$$R : K = \tfrac{1}{4}\pi l d^2 : \tfrac{1}{6}\pi x^3$$
$$= \tfrac{3}{2} l d^2 : x^3 = n : ac - m,$$

Mithin $$x^3 = \tfrac{3}{2} l d^2 . \frac{ac - m}{n}.$$

woraus man die Cubikwurzel ziehen muß, um x, den Durchmeſſer der Kugel zu haben.

Herr de Lůc (Unterſ. über die Atm. B. I. der Ueberſ. S. 611.) theilt eine Formel von Durand mit, welche weit unbequemer ausgedrückt, und dennoch nur für die Fälle richtig iſt, wo $n = a + m$, oder wo keine Grade über dem Siedpunkte verlangt werden. In ſeinem Beyſpiele ſollen 20 Grade unter dem Eispunkte ſeyn, daher $R : K = 100 : 80 . 64 - 20 = 1 : 51$. Die Länge der Röhre ſey 107 Lin., die Weite im Lichten $\frac{1}{4}$ Lin., ſo wird $\frac{3}{2}\, l d^2 = \frac{3}{2} . \frac{107}{16} = 10\frac{1}{32}$. Alſo $x^3 = 51 .\ 10\frac{1}{32}$, d. i. faſt 512, woraus die Cubikwurzel 8 den Durchmeſſer der Kugel = 8 Lin. giebt.

Die Praktiker machen jedoch wenig Gebrauch von ſolchen Regeln, weil es ſchwer iſt, den Durchmeſſer der engen Röhre recht genau abzumeſſen. De Lůc ſagt, einige Uebung gebe ſchon Fertigkeit, die ſchickliche Größe der Kugel, auch ohne Rechnung, zu treffen. Luz räth an, eine Menge Kugeln in Bereitſchaft zu halten, und an jeder zu bemerken, wie viel Queckſilber dem Gewichte nach hinein gehe. Wenn man alsdann das Verhältniß R : K aus irgend einer Regel oder Formel gefunden hat, ſo kan man die Röhre erſtlich leer, und dann voll Queckſilber abwiegen. Man findet dadurch, wie viel Queckſilber in die Röhre geht, berechnet nun aus R : K, wie viel in die Kugel gehen muß, ſucht ſich aus den fertigen Kugeln diejenige aus, die ſo viel faſſet, und ſchmelzt entweder dieſe ſelbſt an die Röhre an, oder bläſet die neue nach ihrer Größe, vermittelſt einer in ein Kartenblatt geſchnittenen Lehre.

Das Füllen der Queckſilberthermometer iſt eine ſehr mühſame Arbeit. Man muß zuförderſt die Röhre wohl

trocknen und reinigen. Dies geſchieht, indem man ſie über einem lang ausgebreiteten Kohlenfeuer ihrer ganzen Länge nach auf einmal ſtark erhitzt, ohne doch die Kugel zu erwärmen. Indem nun ſo die Luft in der Röhre verdünnt, und die Feuchtigkeit in Dampf verwandlet iſt, kehrt man ſie in die Höhe und erhitzt die Kugel. Dadurch dehnt ſich die Luft in dieſer aus, und treibt Luft und Dämpfe der Röhre durch die obere Oefnung hinaus.

Die Kennzeichen der Reinigkeit des Queckſilbers ſind beym Worte **Queckſilber** (Th. III. S. 601.) angegeben. Zum Einfüllen wird oben an die Röhre ein kleiner gläſerner Trichter angeſchmolzen, oder ein 2—3 Zoll breiter Papierſtreif umgerollt und feſtgebunden, worein man das Queckſilber durch eine papierne Düte mit einer ſehr kleinen Oefnung laufen läſt. Dem von Strohmeyer bemerkten Umſtande, daß das Queckſilber vom Papiere Staub und Faſern annehme, kan man ausweichen, wenn man reines feines Papier nimmt, und den Rand mit einer ſcharfen Scheere glatt ſchneidet.

Indem nun die Kugel von dem erſt beſchriebenen Austreiben der Dämpfe noch heiß iſt, füllt man den Trichter oder die Papierröhre faſt ganz an, und läſt die Kugel erkalten. Dadurch verdichtet ſich die Luft in ihr, und das Queckſilber wird in den Raum getrieben, den ſie verläßt. Durch Wiederholungen dieſes Verfahrens wird die Kugel beynahe voll gefüllt: man muß aber den obern Trichter nie ganz leer werden laſſen, weil ſich ſonſt das Häutchen, das man allemal auf der Oberfläche des Queckſilbers findet, mit in die Röhre ziehen würde. Wenn nun die Kugel faſt voll iſt, kocht man das Queckſilber in derſelben. Es erhebt ſich dadurch bis in den Trichter: wenn man aber die Kugel vom Feuer hinwegnimmt, fällt es ſogleich mit Geräuſch zurück, und wenn genug Queckſilber im Trichter iſt, ſo füllt ſich dadurch Kugel und Röhre völlig an.

Manche vollenden hiedurch die gänzliche Anfüllung auf einmal. Dies iſt aber eine falſche Methode, weil ſo allemal aus der Luft, die noch im Queckſilber war, eine Blaſe entſteht, welche ſich zwiſchen der Kugel und der Röhre an-

ſetzt. Man muß daher, ſo bald man die Kugel vom Feuer nimmt, das Queckſilber ganz aus dem Trichter gießen; ſo bleibt nach dem Erkalten die Röhre leer, und die Luftblaſe wird frey.

Nun wird die Kugel in eine Kohlenpfanne gelegt, und die horizontal liegende Röhre durch eine zweyte Kohlenpfanne nach und nach von unten auf, ohne Kochen erhitzt. Dadurch dehnt man das Queckſilber allmählig aus, und es behält immer Freyheit, alle Luft und Dämpfe, die etwa noch in der Röhre ſind, vor ſich her und am obern Ende herauszutreiben. Sobald das aufgeſtiegene Queckſilber im Trichter erſcheint, gießt man durch die Papierdüte noch etwas mehr hinzu, als nöthig iſt, nach dem Erkalten alles anzufüllen. Die genaue Vereinigung des Queckſilbers in der Röhre mit dem im Trichter wird von einigen durch einen in die Röhre geſteckten Stahldrath, oder ein Roßhaar, befördert. Richtet man nun die Röhre auf, und nimmt ſie von den Kohlen hinweg, ſo bleibt alles, nebſt noch einem Theile des Trichters, gefüllt, und in dieſem Zuſtande kan man es viele Tage, ja ſo lang man will, ſtehen laſſen.

Die Weingeiſtthermometer ſind weit leichter zu füllen. Man erwärmt nur die Kugel, kehrt das Thermometer ſchnell um, und ſtellt das ofne Ende in Weingeiſt. Durch Wiederholung dieſes Verfahrens füllen ſich Kugel und Röhre, nnd man treibt die Luftblaſe aus der Kugel heraus, indem man an der Röhre oberes Ende einen Bindfaden bindet, und das Thermometer daran herumſchleudert, wobey der Schwung den Weingeiſt in die Kugel treibt, und die Luft herauszugehen nöthigt.

Strohmeyer ſchlägt vor, das Queckſilber auf eben dieſe Art in die Thermometer zu füllen, und zuvor in einem beſondern Gefäße zu kochen. Herr Luz aber zeigt ſehr deutlich, daß ſich auf dieſe Art die Kugel nie ganz fülle, und daß die Abweichungen, welche Strohmeyer für Fehler der luftleer gemachten Thermometer hält, vielmehr von dieſer unrichtigen Methode der Füllung herkommen.

Es folgt nunmehr das Zuſchmelzen der Röhre, wobey man ſich aber vorher verſichern muß, daß gerade die nö-

thige Menge von Queckſilber darinn bleiben werde. Man erwärmt in dieſer Abſicht das Thermometer mit umgekehrter Röhre ein wenig in der Hand, ſo daß ein Tropfen Queckſilber herausgeht, und beym Erkalten am obern Ende ein kleiner Raum leer bleibt. Hierauf wird dieſes Ende an der Lampe in eine feine, jetzt noch ofne, Spitze ausgezogen. Man bringt nun alles nach und nach in ſiedendes Waſſer, damit das überflüßige Queckſilber langſam herausgehe. Wenn nichts mehr ausläuft, wird es ſo ſchnell als möglich, abgetrocknet, und die Kugel auf glühende Kohlen gebracht, bis noch einige Tropfen herausgehen, welche in der Röhre ſo viel Grade einnehmen würden, als noch über den Siedpunkt kommen ſollen. Alsdann wird die Spitze durch die darangebrachte Flamme der Lampe augenblicklich zugeſchmolzen.

Man unterſucht noch, ob etwa nun zu wenig Queckſilber in der Röhre ſey, indem man alles in zergehendes Eis ſetzt, und bemerkt, ob der Eispunkt hoch genug fällt, um noch ſo viel Graden, als man unter ihm haben will, Raum zu verſtatten. Steht der Eispunkt zu tief, ſo muß die Spitze wieder abgebrochen, die Papierröhre wieder aufgeſetzt, und nach der im vorigen beſchriebnen Methode etwas mehr Queckſilber hinzugebracht werden, welches gar viel Vorſicht und Fertigkeit erfordert.

Iſt endlich die Menge des Queckſilbers hinreichend, ſo läſt man das Queckſilber über Kohlen bis ganz hinauf ſteigen, ſchmelzt die ganze Spitze ab, und verſchließt die Röhre ſo, daß das obere Ende etwas ſtark an Glaſe wird. Auf dieſe Art wird das Thermometer luftleer, das Queckſilber ſchlägt beym Umkehren heftig an das verſchloßne Ende, und theilt ſich, wenn es gut gekocht iſt, ſelbſt beym ſtärkſten Schütteln, nicht.

Erſt, wenn die Röhre völlig zugeſchmolzen iſt, beſtimmt man auf die im vorigen gelehrte Art beyde feſte Punkte, und bezeichnet ſie mit feinen Fäden, die mit Gummiwaſſer befeſtiget werden. Der Siedpunkt wird zuerſt beſtimmt, damit ſich der Faden am Eispunkte im Waſſer nicht wieder verſchiebe.

Bey Thermometern, welche für hohe Grade der Hitze beſtimmt ſind, muß im obern Theile der Röhre etwas Luft bleiben, um das Aufwallen und Ausſpritzen des Queckſilbers zu verhüten. De Lüc räth an, ſolche Thermometer in ſiedendem Baumöle zuzuſchmelzen. Ihr Queckſilber muß vorzüglich wohl von Luft gereinigt ſeyn, und man darf ſie niemals umkehren, um keine Luft in die Kugel zu bringen.

Ducreſt ließ in ſeinen Weinthermometern Luft über dem Liquor, um ſie zur Annehmung der Hitze des ſiedenden Waſſers geſchickt zu machen. Er ſchmolz deswegen die Röhre zu, indem der Weingeiſt auf dem Punkte ſeiner gemäßigten Temperatur ſtand. Beſſer iſt Durands Methode, welche de Lüc (Unterſ. §. 423. c.) beſchreibt, bey der man luftleeren Raum über dem Weingeiſte läßt, in den aus ihm Luftblaſen aufſteigen, wodurch er nach und nach immer mehr Hitze anzunehmen geſchickt wird. Doch findet Herr Luz dieſe Methode ſehr ſchwer, und giebt daher drey Arten an, luftleere Weingeiſtthermometer ſo zu verfertigen, daß ſie die Siedhitze des Waſſers aushalten (Anw. Therm. zu verf. §. 61 u. f.). Inzwiſchen hat Ducreſts Methode Anlaß gegeben, den luftleeren Raum über der Materie des Thermometers für unnöthig zu halten, und man hat ſogar luftvolle Queckſilberthermometer den luftleeren vorziehen wollen.

An dieſen letztern tadlet z. B. Strohmeyer, das Queckſilber ſchlage beym Umkehren und Schütteln heftig gegen das Ende ihrer Röhre, und es ſetze ſich gewöhnlich eine Blaſe oder leere Stelle zwiſchen Kugel und Röhre. Luz bemerkt aber, daß das erſte wenig bedeute, und das zweyte nur bey den nach der ſtrohmeyeriſchen Methode gefüllten Werkzeugen ſtatt finde. Es wird ferner von Luz gezeigt, daß die ſtrohmeyeriſchen Weingeiſtthermometer, die dieſer als luftleere tadlet, in der That nicht luftleer geweſen ſind, und daß in luftvollen Werkzeugen bey einem hohen Stande des Liquors die Luft ſo viel Elaſticität erhält, daß ſie die Kugel entweder zerſprengt, oder doch ausdehnt, oder auch

den Liquor comprimirt, welcher daher in luftvollen Thermometern allemal niedriger, als in luftleeren, ſteht.

Nach gehörig beſtimmten feſten Punkten wird das Thermometer auf ein mit Papier überzognes Bret gebracht, wozu de Lüc der Länge nach geſpaltnes Tannenholz empfiehlt. Auf dieſem wird die Stelle der feſten Punkte bemerkt, ihr Abſtand gehörig eingetheilt, und die Scale ſo gezeichnet, daß ihre Linien auf dem ebnen Brete hinter der Thermometerröhre durchgehen. Man kan noch mehrere Scalen daneben zeichnen, und dabey die merkwürdigſten Temperaturen mit ein paar Worten angeben. Endlich wird alles mit einem Copalfirniß überzogen.

Man befeſtiget das Thermometer mit Drath, den man an zween Orten durch eingebohrte Löcher im Brete feſt anzieht. Damit die Röhre nicht ſinke, wird insgemein die Kugel durch ein untergeſetztes Holz unterſtützt. In manchen Fällen aber muß die Kugel ganz frey ſeyn, um die Temperatur der Luft ungehindert anzunehmen. Alsdann wird das Bret unten um die Kugel herum ausgeſchnitten, und man verhindert das Sinken der Röhre, indem man ſie unmittelbar über dem obern Hafte mit einem mit Wachs beſtrichenen Faden umwickelt.

Zu Beobachtung der Temperatur der Luft muß das Werkzeug ſo frey als möglich, am beſten in einem Garten u. dergl. aufgehangen, und durch ein Obdach gegen Regen und Sonnenſtralen geſchützt werden. Sonſt muß man im Hauſe den freyſten Ort gegen Norden wählen, von Fenſtern geheizter Zimmer entfernt, und ſo gelegen, daß auch keine reflectirten Sonnenſtralen dahin kommen. Bey Beobachtungen der Wärme im Sonnenſchein, der Wärme einer flüßigen Materie, der des menſchlichen Körpers ꝛc. muß das Thermometer vom Brete abgenommen, und ſein Stand mit einem Faden oder Läufer von Federkiel bemerkt werden.

Man beobachtet die Thermometer in ſenkrechter Stellung. Die horizontale (welche einige vorgeſchlagen haben, damit ſich der Liquor nicht durch die Höhe ſeiner Säule zuſammendrücke) ſetzt luftvolle Werkzeuge voraus, und würde

beym Weingeiſte wegen des Anhängens am Glaſe Unrichtigkeit veranlaſſen. Bey der Beobachtung muß das Auge genau in einerley Horizontalebne mit der Oberfläche des Liquors ſtehen, um die ſonſt entſtehende Parallaxe zu vermeiden. Wenn das Bret eben iſt, und die Striche der Scale hinter der Röhre durchgezogen ſind, ſo erſcheint unter dieſen Strichen, die ſich in der Röhre ſpiegeln, nur einer horizontal; und wenn dies derjenige iſt, der an der Oberfläche des Liquors ſteht, ſo hat das Auge die rechte Stelle, und eben dieſer Strich giebt den richtigen Grad an.

Endlich muß man auch auf die Ausdehnung des Glaſes und des Brets ſelbſt Achtung geben. Dazu ſchreiben die engliſchen Gelehrten (Philoſ. Trans. Vol. LXVII. P. II. no. 37.) folgende Regel nach Smeaton's Verſuchen vor. Es ſey die Temperatur, bey der die Röhre an die Scale iſt befeſtiget worden = a; der beobachtete Grad bey einem Verſuche = d; der Grad, bey welchem die Röhre an der Scale feſt iſt, = f. So iſt der beobachtete Grad um $\frac{(d-f).(d-a)}{n}$ Grad zu vergrößern. Für eine Scale von Meſſing iſt n = 165000; für eine auf Holz iſt n = — 216000, wo das negative Zeichen bedeutet, daß die Zahl des Grades zu vermindern ſey. Iſt der Zähler negativ, ſo verwandlet ſich die Vergrößerung in Verminderung u. ſ. w. Bey gewöhnlichen Beobachtungen wird d — a immer ſehr klein ausfallen, und die ganze Berichtigung wenig bedeuten.

Obgleich über die Vorzüge des Queckſilbers kein Zweifel mehr ſtatt findet, ſo empfiehlt doch de Lüc ſelbſt zum gemeinen Gebrauch für Witterungsbeobachtungen die Weingeiſtthermometer, weil ſie ſo wohlfeil, ſo leicht zu füllen, und wegen des gefärbten Liquors dem Auge angenehm ſind (welcher Umſtand dem Beobachter in Jahren, da das Auge ſchwach wird, gar nicht gleichgültig iſt). Er will aber, daß ſie nach einem Normalthermometer von Queckſilber graduirt werden, mithin ungleiche Grade bekommen ſollen. Dieſes den Künſtlern zu überlaſſen, möchte doch ſehr un-

ſicher ſeyn. Herr Luz empfiehlt Thermometer mit Salmiakgeiſt, der faſt einerley Gang mit dem Weingeiſte habe, und durch Grünſpan (flores veneris) eine ſehr ſchöne und dauerhafte blaue Farbe annehme.

Luftthermometer.

Es iſt zwar das Geſetz, nach welchem die Dichte der Luft von ihrer Wärme abhängt, nicht zuverläßig bekannt: inzwiſchen könnte man hierüber mit Daniel Bernoulli (Hydrodyn. Sect. X. §. 8.) annehmen, bey gleicher Dichte verhalte ſich die Wärme, wie die Federkraft. Dieſer Satz ſagt im Grunde ſo viel, als: die Wärme verhalte ſich, wie die ſpecifiſche Federkraft, und es iſt wenigſtens noch nicht erwieſen, daß er unrichtig ſey. Da die ſpecifiſche Elaſticität der Luft durch Wärme, Feuchtigkeit und chymiſche Miſchung beſtimmt wird, ſ. Luft (Th. III. S. 17 u. f.), ſo iſt es vielmehr wahrſcheinlich, daß ſie ſich, wie die Wärme, verhalte, wenn Feuchtigkeit und Miſchung ungeändert bleiben.

Aus dieſem Satze würde folgen, daß bey gleicher Maſſe der Luft und bey gleichem Drucke die Wärme im Verhältniße des Raums wächſt, durch den ſich die Luft ausdehnt, und daß ſich bey gleichem Raum und Drucke die Wärme umgekehrt, wie die Dichte, verhält. Dieſe Sätze hat auch Lambert (Abhandl. von den Barometerhöhen und ihren Veränd. in den Abhandl. der churbayr. Akad. der Wiſſenſch. III. B. 2 Th. S. 89.) angenommen, und wenn ſie wahr ſind, ſo kan man Luftthermometer angeben, die allerdings etwas mehr, als bloße Thermoſkope, ſind.

Man kan nemlich eine gewiſſe beſtimmte Wärme, z. B. die Siedhitze des Regenwaſſers bey einer beſtimmten Barometerhöhe, zur Einheit oder zum Maaße annehmen, und andere damit im geometriſchen Verhältniße vergleichen. So fand Bernoulli, daß ſich die Siedhitze, die gröſte Sommerwärme, und die geringſte Wärme im Winter zu Petersburg, faſt wie die Zahlen 6, 4, 3 verhielten.

Ein hiezu geſchicktes Luftthermometer erhielte man, wenn man an einem gewöhnlichen unten aufwärts gekrümmten Gefäßbarometer ABH, Taf. XXIV. Fig. 52, die Oefnung des Gefäßes H zuſchmelzte. Die in den Raum EHF eingeſchloßne Luft wird bey größerer Wärme eine höhere, bey geringerer eine niedrigere Queckſilberſäule tragen; und wenn der Durchmeſſer des Gefäßes EF gegen die Weite der Röhre ſehr groß iſt, ſo wird der Raum EHF, mithin die Dichte der eingeſchloßnen Luft, faſt immer einerley bleiben. Mithin wird ſich die Wärme, wie die Höhe der Queckſilberſäule EG verhalten. Dieſe Einrichtung ſchlug Hermann (Phoron. L. II. Prop. 85. Schol. p. 377.) vor, um dadurch vermittelſt einer Formel die mittlere Geſchwindigkeit der Theilchen zu finden, in deren Bewegung er nach dem carteſianiſchen Syſtem das Weſen der Wärme und Federkraft ſetzte.

Daniel Bernoulli (Hydrodyn. l. c.) wollte den Fehler vermeiden, der aus dem Auf- und Abdrücken der Queckſilberfläche EF entſteht, wodurch der Raum EHF doch in der That verändert wird. Er ſchlägt daher vor, den Punkt M zu beſtimmen, bey dem das Queckſilber im ſiedenden Waſſer ſteht, und das Inſtrument ſo einzurichten, daß man die Röhre AB an der Tafel in jede ſchiefe Lage Ea bringen könne. Geſetzt nun, die Queckſilberſäule reiche nur bis G, ſo neigt man die Röhre ſo lange, bis das gegen a zu rückende Queckſilber nach g kömmt, wo Eg = EM. In dieſer Lage iſt in der Röhre eben ſo viel Queckſilber, als in EM Platz hat; daher auch eben ſo viel im Gefäße, als bey der Zubereitung des Werkzeugs im ſiedenden Waſſer darinn war, mithin der Raum EFH immer gleich groß. Jetzt verhält ſich alſo die Siedhitze des Waſſers zur gegenwärtigen Wärme, wie EM zu gh. Will man andere Grade der Wärme, z. B. den, wobey das Barometer auf 28 Zoll ſteht, und der Cubikfuß Luft 600 Gran wiegt, zum Maaße annehmen, ſo giebt Bernoulli auch hiezu Vorſchriften, welche man bey Karſten (Lehrbegrif der geſ. Math. III. Th. Aeroſtatik, §. 107.) nachleſen kan. Da es beſchwerlich iſt, die Röhre jedesmal in eine ſchiefe Lage zu bringen, ſo hat

Herr von Segner (Progr. de aequandis thermometris aëreis. Gott. 1739. 4.) gezeigt, wie ſich die Reduction der Höhe EG auf gh durch Rechnung bewerkſtelligen laſſe. Lambert ſchlug vor, dieſes Luftthermometer in Verbindung mit dem Barometer zur Beſtimmung der Menge der in der Luft ſchwebenden Dünſte zu gebrauchen, ſ. Luft (Th. III. S. 21).

In der Folge aber iſt Lambert (Pyrometrie. Berlin, 1779. gr. 4.) wieder zu dem leichter zu gebrauchenden Luftthermometer des Amontons, Taf. XXIV. Fig. 48. zurück gegangen. Er macht aber dabey die Aenderung, daß die Scale HE nicht in Zolle, ſondern in Grade getheilt wird, deren jeder $\frac{1}{1000}$ desjenigen Raums beträgt, welchen die Luft in der Kugel CD bey der Temperatur des zergehenden Eiſes einnimmt. Dieſe Einrichtung gab er ſeinem Luftthermometer durch eine ſehr genaue Abwägung des Queckſilbers, welches in Kugel und Röhre Platz hatte, und durch ſorgfältiges Calibriren aller Theile der Röhre. Er zog ferner die Wirkung des Drucks der Atmoſphäre und der Verlängerung und Verkürzung der Queckſilberſäule ſelbſt, bey den Veränderungen der Wärme, mit großer Aufmerkſamkeit in Betrachtung. Nach allen dieſen Berichtigungen zog er endlich aus ſeinen mühſamen Verſuchen das Reſultat, daß ſich die Luft, wenn man ihr Volumen bey der Temperatur des zergehenden Eiſes = 1000 ſetze, in der Hitze des kochenden Waſſers bis zum Volumen 1375, oder um $\frac{375}{1000} = \frac{3}{8}$ ausdehne; wofür er doch hernach die runde Zahl 1370 annimmt, ſ. Luft (Th. III. S. 18).

Er giebt daher dem Fundamentalabſtande dieſes Luftthermometers 370 Grade ſo, daß zum Eispunkte 1000, zum Siedpunkte 1370 geſetzt wird. Dürfte man die zu Anfang dieſes Abſchnitts erwähnten Sätze in aller Schärfe für richtig annehmen, ſo würden die Grade eines genau verfertigten Thermometers von dieſer Art **Verhältniße der wirklichen Wärme** angeben: es müſte ſich z. B. die Wärme des zergehenden Eiſes zur Siedhitze des Waſſers wirklich, wie 3 : 8 verhalten. Lambert empfiehlt alſo dieſes Thermometer als ein ſolches, das Grade der

wirklichen Wärme angebe, mithin eine an ſich ſelbſt verſtändliche Sprache führe.

Es hat aber mit dem Satze, daß die Wärme der Federkraft proportional ſey, eben die Bewandniß, wie mit dem mariottiſchen Geſetze. In geometriſcher Strenge kan er nicht wahr ſeyn, weil ſonſt für die Wärme = o das ganze Volumen der Luft verſchwinden, alſo ein Körper ohne Ausdehnung ſtatt finden müſte. Ob aber der Satz innerhalb der Grenzen unſerer Verſuche wahr ſey, kan nur durch Erfahrungen ausgemacht werden. Roy's Verſuche (ſ. Luft, Th. III. S. 20.), und die von Luz (Vollſt. Beſchr. v. Barom. Nürnb. u. Leipz. 1784. gr. 8. Anh. S. 45.) angeführten, ſcheinen doch eher die Sache zweifelhaft zu machen. Der Raum verbietet mir, dieſe Unterſuchungen hier zu berühren. Wäre es aber auch erwieſen, daß dieſes Werkzeug Verhältniße wirklicher Wärme zeige, ſo würde daſſelbe dennoch wegen der Schwierigkeit, allezeit gleich feuchte und gleich gemiſchte Luft in die Kugel einzuſchließen, ingleichen die Einflüße des Drucks der Atmoſphäre und der Ausdehnung des Queckſilbers genau zu beſtimmen, allemal ein ſehr unſicheres und zu den täglichen Beobachtungen der Wärme ganz unbequemes Inſtrument bleiben.

Weit vortheilhafter läſt es ſich als ein Maaß der Ausdehnungen oder Dichtigkeiten eingeſchloßner Luft, bey bekannten Graden der Wärme, gebrauchen. Alsdann giebt man ihm die beym Worte Manometer (Th. III. S. 137.) erwähnte Geſtalt. In dieſer iſt es von Roy und Luz gebraucht worden. Der leztere (Beſchreib. von Barometern, S. 416 u. f.) giebt gute Anweiſungen zu ſeiner Verfertigung, und legt (S. 424.) in einer Tabelle die Reſultate ſeiner damit angeſtellten Verſuche vor.

Metallthermometer.

Da ſich auch feſte Körper, und vorzüglich die Metalle, durch die Wärme ausdehnen, und durch die Kälte wieder zuſammenziehen, ſo kan man ſich ihrer ebenfalls bedienen,

um dadurch das Zu- und Abnehmen der Wärme zu beobachten, und beſtimmte Grade deſſelben anzugeben. Dies iſt die Abſicht der Metallthermometer, welche beſonders zu Bemerkung großer Grade der Hitze dienen können, in welchen flüßige Materien ſchon kochen würden. Dieſe nennt man nun auch Pyrometer.

Der Name **Pyrometer** ward zwar anfänglich ſolchen Vorrichtungen beygelegt, welche zu Ausdehnungsmaaßen bey ſchon bekannter Wärme dienen ſollten, ſ. **Pyrometer**: jetzt aber iſt es gewöhnlich, alle Werkzeuge **Pyrometer** zu nennen, welche zu Beſtimmung hoher Grade der Hitze dienen. **Lambert** unterſcheidet Pyrometer vom Thermometer ſo, daß jenes die dem Gefühl unerträglichen, dieſes die geringern Grade der Wärme angeben ſoll, ſ. **Pyrometrie**. In dieſem Sinne laſſen ſich alle Metallthermometer zu den Pyrometern zählen; auch können die meiſten der beym Worte **Pyrometer** beſchriebnen Werkzeuge als Thermometer gebraucht werden. Hier ſind nur noch diejenigen Metallthermometer zu erwähnen, welche von ihren Erfindern ganz eigentlich zu Angebung von Graden der Hitze beſtimmt worden ſind.

Cromwell Mortimer (A diſcourſe concerning the uſefulneſs of thermometers in chemical experiments &c. with the deſcription and uſes of a metalline thermometer newly invented in Philoſ. Trans. Vol. XLIV. n. 484. Append. p. 672.) gab 1735 ein ſolches an, wo ein runder eiſerner Stab BA, Taf. XXIV. Fig. 53, von ¼ Zoll Durchmeſſer, und 3 Fuß 1 Zoll Höhe bey B in einem unbeweglichen Geſtell befeſtigt iſt, und durch ſeine Verlängerung den kürzern Arm des um G beweglichen Hebels EGF erhebt. Am Ende des längern Arms bey F iſt ein Faden über die Rolle H geführt, welcher durch das Gewicht I geſpannt wird, ſo daß beym Herabſinken des Arms GF die Rolle H ſich drehen, und den Zeiger HN umwenden muß, der auf der unbeweglichen Scheibe MNO die verlangten Grade anzeigt. Wenn der Stab AB ſich wieder verkürzt, ſo zieht das Gegengewicht L den Hebel bey E wieder herab, erhebt das Ende F, und läſt dem Gewichte I Freyheit, die Rolle

H zurück zu drehen und den Zeiger in die vorige Lage zu bringen. Weil hiebey AG ſehr kurz gegen GF, und die Rolle ſehr klein gegen den Zeiger, gemacht werden kan, ſo laſſen ſich auch geringe Veränderungen der Länge des Stabs merklich machen. Mortimer bezifferte die Scheibe nach den Graden der fahrenheitiſchen Scale ſo, daß der Zeiger in der horizontalen Lage auf 212 wies. Eine Erhebung von etwa 75° bezeichnete die Siedhitze des Queckſilbers, und eine Umdrehung durch 180° die Hitze des ſchmelzenden Goldes.

Eine andere von einem Künſtler, John Ingram zu Spalding in Lincolnſhire, ausgeführte Einrichtung (Phil. Transact. Vol. XLV. num. 485. p. 128.) hat ebenfalls einen aufrechtſtehenden eiſernen Stab, der durch ſeine Verlängerung einen Hebel der zweyten Art nahe bey deſſen Ruhepunkte erhebt. Das Ende dieſes Hebels hebt auf eine ähnliche Art einen zweyten Hebel, und erſt dieſer dreht durch einen an ſein Ende befeſtigten Faden die Rolle mit dem Zeiger um. Verkürzt ſich die Stange wieder, ſo ſinken beyde Hebel durch ihr Gewicht zurück, und bringen den Zeiger in die vorige Lage. Das Inſtrument ward im Muſeum der Gentlemens Society zu Spalding aufbewahret, und ſoll mit Beobachtungen nach andern Werkzeugen gut übereingeſtimmt haben. Der eigentliche Erfinder war ein gewiſſer Frotheringham in Holbeach.

Andere haben, um die Veränderungen merklicher zu machen, ſtatt der Hebel Räderwerk gebraucht. Dahin gehören die Metallthermometer von Fitzgerald (Philoſ. Trans. Vol. LI. P. II. p. 823.), vom Erbmarſchall der Chur-Sachſen Grafen von Löſer (Thermometri metallici ab inventione Comitis *Loeſeri* deſcriptio, auct. *Jo. Dan. Titio*. Lipſ. 1765. 4.) und von Zeiher (Nov. Comm. Petrop. To. IX. p. 305.). Hier wird es genug ſeyn, eine kurze Beſchreibung des gräflich-löſeriſchen mitzutheilen.

An dem obern Theile des eiſernen Cylinders AB Taf. XXV. Fig. 54. befinden ſich die Hebel AD und AC. An dieſen iſt das bleyerne Prisma DE befeſtiget, welches bey E mit dem Arme des oben bezahnten Sectors FPG ver-

bunden iſt. Dieſer Sector iſt bey G um eine Axe beweglich, und greift mit ſeinen Zähnen in das Getriebe L, an dem das Stirnrad K befeſtiget iſt, welches oberwärts in das Getriebe M greift, woran der Zeiger MN ſteckt, unten aber greift es in das Stirnrad H, an deſſen Welle I ſich der Zeiger IO befindet. Dieſes ganze Räderwerk iſt von auſſen durch eine größere Scheibe α, Fig. 55. und eine kleinere β verkleidet, an welchen ſich die Zeiger mn und io herumdrehen. Die kleine Scheibe iſt in Grade getheilt, welche die Größe der Ausdehnung in Graden der de l'isliſchen Scale bemerken. Die größere Scheibe iſt in zehn Theile getheilt, und bemerkt Decimaltheile der Grade auf der kleinern Scheibe. Die 55ſte Figur zeigt das Inſtrument ſo, wie es ſich mit allen ſeinen Bedeckungen von auſſen darſtellt.

Herr Felter, Mechanikus in Braunſchweig, hat neulich ein ſehr empfindliches Metallthermometer zu Stande gebracht (ſ. Magaz. für das Neuſte aus der Phyſik ꝛc. IV. B. 3. St. S. 89.). Es beſteht aus zwo ſenkrechten cylindriſchen Stangen, einer von Meſſing, der andern von Eiſen, die parallel nebeneinander herablaufen. Jede hat über 4 Fuß Länge, bey 2½ Lin. Durchmeſſer. Oben ſind ſie feſt an einander vernietet; unten iſt an der meſſingnen ein metallner Zeiger gegen drey Fuß lang feſt, der durch die eiſerne hindurch geht. Dehnt ſich nun die meſſingne Stange aus, ſo geht der feſte Punkt des Zeigers tiefer herab, da hingegen der längere Theil jenſeits beyder Stangen in die Höhe rücket, und bey einer ſehr geringen Ausdehnung einen großen Bogen beſchreibt. Der Künſtler bringt die Stangen auſſerhalb des Zimmers an der Mauer an, und läſt den Zeiger durch die Mauer ins Zimmer treten, wo er nach vielen Verſuchen die fahrenheitiſchen Grade auf einen Gradbogen getragen hat, die hier ſo merklich werden, daß man jeden Grad noch in viele Theile theilen kan.

Man wird leicht überſehen, daß alle angegebne Einrichtungen nicht fehlerfrey, zum Theil auch allzuſehr zuſammengeſetzt ſind, und die Beſtimmtheit der von flüßigen Materien genommenen Maaße nicht erreichen. Die Aus-

dehnungen der feſten Körper ſind an ſich zu gering, und die Mittel, ſie merklicher zu machen, vergrößern nicht nur die Ungleichheiten und Fehler des Ganges zugleich mit, ſondern bringen auch noch neue Urſachen von Abweichungen hervor.

Mittel, hohe Grade der Hitze zu beſtimmen.

Der durch ſeine Fabrikarbeiten von Terracotta oder ſogenannter Baſaltmaſſe bekannte Herr **Wedgwood** hat eine bequeme Art, große Grade der Hitze zu beſtimmen, auf die Eigenſchaften des Thons gegründet, der ſich in der Hitze bekanntermaſſen zuſammenzieht, und ſich durch plötzliche Erkältung nicht wieder ausdehnt (Phil. Trans. Vol. LXXII. ingleichen Göttingiſches Magazin von Forſter und Lichtenberg. 3ter Jahrg. 2 St. S. 313.). Um den Grad der Hitze eines Ofens zu beſtimmen, legt er einen thönernen Würfel von ½ Zoll Seite hinein, und wirft ihn ſogleich, nachdem er die Hitze des Ofens angenommen hat, in kaltes Waſſer. Nun mißt er die Seite dieſes Würfels auf einem Maaßſtabe, der aus zwey meſſingnen Linealen beſteht, deren Seiten etwas ſchräg gegen einander zu laufen, und ſo weit von einander ſtehen, daß man den Würfel in die Nute, die ſie zwiſchen ſich bilden, ſchieben kan. Er geht deſto tiefer hinein, je ſchmäler ſeine Seite durch die Hitze geworden iſt. An der Stelle, wo der Würfel ſtecken bleibt, ſteht auf den Linealen eine Zahl, die den Grad der Hitze angiebt. Wenn die Theilung von dem Punkte des bey Tage ſichtbaren Rothglühens anfängt, und man ihr 240 Theile giebt, ſo ſchmelzt ſchwediſches Kupfer bey 28; Gold bey 32; Eiſen bey 130 — 150 Grad. Ueber 160 Grad hat **Wedgwood** die Erhitzung ſeiner Würfel nicht treiben können.

Man hat Angaben ſolcher hohen Grade der Hitze von **Newton** (Philoſ. Trans. 1701. num. 270. p. 1.) und von **Krafft** (Comm. Petrop. To. XIV. p. 218. ſqq.), die ſich auf bekannte Scalen bringen laſſen. **Kraffts** Verſuche ſind mit Pyrometern gemacht: **Newton** hingegen ſchloß zwar ſinnreich, aber doch gewiß ſehr unſicher, aus der Zeit

der Erkaltung eines glühenden Eiſens u. dergl., indem er annahm, dieſe Zeit müſſe ſich, wie der Logarithme des Ueberſchuſſes der Hitze über die Temperatur der äuſſern Luft, verhalten. Die Geſetze der Mittheilung der Wärme, welche hiebey zum Grunde liegen, ſind zwar gewiß die richtigen; aber es verwickeln ſich in der Anwendung mehr Umſtände damit, als von Newton betrachtet und genau beſtimmt werden konnten. Ueberdies nahm er an, ſein Leinölthermometer zeige abſolute Größen der Wärme. Daher läſt ſich von den Reſultaten keine Zuverläßigkeit erwarten. Inzwiſchen will ich ſie hier ſo mittheilen, wie ſie Erxleben, auf die fahrenheitiſche Scale reducirt, in ſeine Anfangsgründe der Naturlehre (Vierte Aufl. §. 472.) eingerückt hat.

fahrenh. Gr.	
650.	Das Eiſen leuchtet nicht mehr im Dunkeln (Krafft). De Lüc's Entzündungspunkt (*chaleur brûlante*)
752.	Das Eiſen leuchtet im Dunkeln (Newton)
770.	Das Eiſen leuchtet im Dunkeln (Krafft)
800.	Das Eiſen leuchtet in der Dämmerung (Krafft)
805.	Spießglaskönig wird hart (Newton)
884.	Das Eiſen leucht. in der Dämm. (Newton)
1000.	Das Eiſen leuchtet bey Tage (Krafft)
1049.	Hitze eines kleinen Steinkohlenfeuers, ohne daß es angeblaſen wird (Newton)
1408.	Hitze eines kleinen Holzfeuers (Newton)

Zum Schluſſe dieſes Artikels will ich noch Herrn Achard's Vorſchlag erwähnen, Höhen der Berge durch den Stand des Siedpunkts am Thermometer zu meſſen (ſ. Samml. phyſikal. und chym. Abhandl. Berlin, 1784. 8. Num. 17). Es wird hiezu ein Thermometer erfordert, deſſen ganze Röhre nur etwa 4 reaumür. Grade um den mittlern Siedpunkt herum faſſet, wozu das Gefäß 1300 mal mehr Inhalt, als die Röhre haben muß. Jeder Grad müſte 2 Zoll betragen, ſo daß man mittelſt eines Zeigers

auf einer Scale mit Transverſallinien $\frac{1}{200}$ eines Grades beobachten könnte. Ein ſolches Thermometer ſchließt Herr A. in ein Futteral mit einem doppelten Boden ein, und füllt den Raum zwiſchen beyden Böden mit Weingeiſt, den übrigen Raum des Futterals mit Waſſer. Man hat alſo hieran eine Spirituslampe, durch die das Waſſer ſiedend gemacht, und der Stand des Siedpunkts genau bemerkt werden kan. Man erfährt hieraus den Luftdruck, mithin den Barometerſtand am Orte der Beobachtung, unabhängig von vielen fremden Einflüßen, die ſich beym unmittelbaren Gebrauche des Barometers einmiſchen.

Recherches ſur les modifications de l'atmoſphère par *J. A. de Luc.* à Geneve To. I. & II. 1772. 4. maj.

J. A. de Lüc Unterſ. über die Atmoſphäre, a. d. franz. Leipz. I. Theil. 1776. II. 1778. gr. 8.

Wolf Nützl. Verſuche II. Th. Halle, 1722. 8. Cap. V.

Karſten Lehrbegrif der geſammten Mathem. Dritter Theil. Greifsw. 1769. 8. Aeroſtatik, IV. und VIII Abſchnitt.

G. G. Haubold Diſſ. de thermometro Reaumuriano, reſp. *J. S. T. Gehler.* Lipſ. 1771. 4.

Nollet Leçons de phyſique experim. ed. Paris. 1753. 8. To. IV.

Briſſon Dictionnaire raiſ. de Phyſ. Art. *Thermometre.*

Strohmeyer Anl. übereinſtimmende Thermometer zu verfertigen. Göttingen, 1775. gr. 8.

Luz vollſtändige Anweiſung, die Thermometer zu verfert. Nürnb. 1781. gr. 8.

Ebend. Vollſtändige Beſchreibung von allen Barometern, nebſt einem Anhang, ſeine Thermometer betreffend. Nürnberg u. Leipz. 1784. gr. 8.

J. P. Eberhards Erſte Gründe der Naturlehre. Halle, 1787. 8. §. 361.

Thermoſkop, ſ. **Thermometer.**

Thiere, thieriſche Körper, Animalia, Corpora regni animalis, *Animaux.* Diejenigen organiſchen Körper, welchen Leben, Empfindung und willkührliche Bewegung zukömmt, machen unter dem Namen der Thiere ein eignes Naturreich aus, ſ. **Naturgeſchichte, Organiſche Körper.** Sie zeichnen ſich vor den Pflanzen und Mineralien als weit vollkommnere Geſchöpfe aus, indem ſie ein eignes

Princip der Bewegung in ſich haben, und überhaupt eine Menge Erſcheinungen zeigen, die man aus den bekannten Eigenſchaften und Geſetzen der Materie allein nicht mehr erklären kan. Inzwiſchen ſind dieſe Vorzüge mancherley Abſtufungen unterworfen. So, wie ſie ſich am Menſchen in der erhabenſten Vollkommenheit zeigen, ſo werden ſie bey den verſchiedenen Claſſen und Arten der Thiere immer ſchwächer, und endlich bey den Thierpflanzen ſo unmerklich, daß dieſe unvollkommnen Geſchöpfe gleichſam den Uebergang aus dem Thierreiche in das Pflanzenreich ausmachen.

So mannigfaltig die äuſſere Bildung der Thiere iſt, ſo haben ſie doch alle das gemein, daß ſie ihre Nahrung, die gröſtentheils aus den organiſirten Reichen entlehnt iſt, durch eine einfache Oefnung, den **Mund**, in ſich nehmen, und zu dieſem auf Willkühr beruhendem Geſchäfte durch Hunger und Durſt, verbunden mit dem Reize der Eßluſt, angetrieben werden. Die Speiſen müſſen in dem thieriſchen Körper mancherley Veränderungen erleiden, ehe ſie ſeiner Subſtanz aſſimilirt, und zu ſeiner Ernährung verwendet werden können, ſ. Säfte (Th. III. S. 750). Die Thiere haben nach **Boerhaave's** Ausdrucke gleichſam ihre Wurzeln innerhalb des Körpers, indem der nahrhafte Theil der Speiſen aus dem Magen und Darmcanale durch unzählbare kleine Gefäße eingeſogen und den Theilen des Körpers zugeführet wird. Das Blut der warmblütigen Thiere zeigt beym geſündeſten Zuſtande eine Wärme von ohngefähr 100 fahrenh. Graden, ſ. **Wärme, thieriſche**, welche mit ihrem Athmen in Verbindung zu ſtehen ſcheint, ſ. **Athmen**. Das Blut der kaltblütigen, und der Saft, welcher bey den weißblütigen die Ernährung bewirkt, haben die Temperatur des umgebenden Mittels.

Die Hauptorgane zur Hervorbringung der Bewegungen ſind die **Muſkeln**, von denen in einem eignen Artikel gehandlet wird. Die meiſten werden nach dem Entſchluße des Willens durch die **Nerven** in Bewegung geſetzt, woraus die willkührlichen Bewegungen entſtehen: andere, z. B. das Herz, wirken ohne Verbindung mit dem Willen un-

aufhörlich und ohne Ermüdung, ſ. Avtomatiſche Bewegungen.

Die Nerven entſpringen aus dem Gehirn und Rückenmark, und haben auſſer ihrem Einfluße auf die Muſkelbewegung auch das Geſchäft, die äuſſern Eindrücke dem Sitze der Empfindung durch die Sinne mitzutheilen, ſ. Sinne. Die Beſchaffenheit der ſinnlichen Empfindungen ſowohl, als der Werkzeuge, iſt bey den Thieren ſehr verſchieden. So ſcheinen die Fühlhörner der Inſekten nach Linné Werkzeuge eines eignen Sinnes zu ſeyn, und die Polypen haben bey gänzlichem Mangel der Augen dennoch das feinſte Gefühl vom Licht.

Die Ermüdung der Nerven und Muſkeln macht den Thieren von Zeit zu Zeit eine eigne Art der Ruhe, den Schlaf, nöthig. Auſſer dieſem täglichen Erholungsſchlaf haben noch viele Thiere in der rauhern Jahrszeit einen beſondern tiefen Winterſchlaf, der in einer Art von Erſtarrung beſteht, in welcher die warmblütigen Thiere nur unmerkliche Wärme übrig behalten, und die Puppen der Inſekten dem Leben des darinn ſchlafenden Thieres unbeſchadet oft ſo durchfroren ſind, daß ſie beym Herabfallen auf die Erde wie Eiszapfen oder Glas klingen.

Zu ihrer Erhaltung und Fortpflanzung hat die Natur den Thieren unter andern Mitteln auch die Inſtincte oder thieriſchen Triebe gegeben, vermöge deren ſie aus einem angebohrnen unwillkührlichen Drange ohne Unterricht mancherley zweckmäßige Handlungen vornehmen. Dahin gehören auſſer dem Nahrungs- Vertheidigungs- und Begattungstriebe, der Trieb zum geſelligen Leben, zum Einſammlen der Vorräthe, zum Zuge in wärmere Länder, zur Wahl des Orts für die Eyer, zur Vorſorge für die Jungen, und vorzüglich die bewundernswürdigen Kunſttriebe, von welchen allen Reimarus (Betrachtungen über die Triebe der Thiere. 3te Ausg. Hamburg, 1773. 8.) ſo vortreflich geſchrieben hat.

Der Menſch, dem dieſe Inſtincte gröſtentheils fehlen, wird für dieſen Mangel ſehr reichlich durch den Gebrauch der Vernunft entſchädiget. Dieſe erhebt ihn weit

über die übrige thieriſche Schöpfung und giebt ihm eine ſehr weit ausgebreitete Herrſchaft über alle Reiche der Natur.

Linné hat die große Menge der Thierarten unter die ſechs Claſſen der Säugthiere, Vögel, Amphibien, Fiſche, Inſekten und Gewürme geordnet, worinn ihm jetzt faſt alle Naturkundige folgen. Man findet die Thiergeſchichte oder Zoologie in den Einleitungen zur Naturgeſchichte vorgetragen, welche beym Worte **Naturgeſchichte** angezeigt ſind. In beſondern Rückſichten behandlen dieſe Wiſſenſchaft **Zimmermann** (Specimen Zoologiae geographicae. Lugd. Bat. 1777. 4.) und der Verfaſſer des Entwurfs einer ökonomiſchen Zoologie (Leipzig, 1778. 8.).

Die Anführung der Schriftſteller über Anatomie und Phyſiologie des menſchlichen Körpers macht einen anſehnlichen Theil der mediciniſchen Litteratur aus. Statt aller will ich hier nur den vortreflichen **von Haller** (Elementa phyſiologiae corporis humani. Lauſannae. 1757 — 1766. 4. Tom. I — VIII.) nennen. Thieriſche Körper überhaupt betreffen die Werke des **Severin** (Zootomia Democritea ſ. anatome generalis &c. Norimb. 1645. 4.), **Blaſius** (Anatomia animalium. Amſt. 1681. 4.), **Valentini** (Amphitheatrum zootomicum. Frf. 1720. 1742. fol.), **Collins** (A ſyſteme of Anatomy, treating of the body of Men, Beaſts, Fiſhes, Inſects &c. Savoy. To. I. II. 1685. fol.), **Nehemiah Grew** (Comparative anatomy of ſtomach and guts in dem Muſ. reg. ſociet. Lond. 1680. fol.), **Boddaert** (Von den Theilen des thieriſchen Lebens in verſchiedenen Thierarten, im 14ten Theile der Abhandl. der haarlemer Geſ. der Wiſſ.), **Leske** (Progr. de phyſiologia animalium. Lipſ. 1775. 4.). Die Geſchichte und Litteratur der comparativen Anatomie und Phyſiologie, oder der Vergleichung des menſchlichen Körpers mit dem thieriſchen hat Herr **D. Ludwig** (Hiſtoriae anatomiæ & phyſiologiae comparantis brevis expoſitio. Lipſ. 1787. 4. ingl. in Exercitat. academ. Lipſ. 1790. 8. no. III.) behandlet.

Bey der chymiſchen Zerlegung der Körper des Thierreichs findet man viele Pflanzenſtoffe wieder, welche durch die Nahrungsmittel in die thieriſchen Körper gekommen, zum Theil aber doch ſehr verändert und anders zuſammengeſetzt worden ſind. Dahin gehört die Gallerte, welche dem Pflanzenſchleime ähnlich iſt, ſich durchs Waſſer ausziehen läſt, beym Eindicken einen zähen durchſcheinenden Körper, und beym gänzlichen Eintrocknen den ſpröden, hornartigen, aber im Waſſer auflöslichen Leim bildet. Vom Fette und Blute iſt unter eignen Artikeln gehandlet worden. Die Milch beſteht aus dreyen blos mit einander vermengten Beſtandtheilen, dem Rahm oder der Butter, die ſich ganz, wie ein mildes Pflanzenöl verhält, dem käſigten Theile, welcher mehr mit der Materie des Mehls übereinkömmt, und den Molken, welche den wäßrichten Theil ausmachen, und ein eignes weſentliches Salz, den Milchzucker, aufgelößt enthalten. Der Mucus (pituita) ſcheint mit dem faſerichten Theile des Bluts übereinzukommen, aber mit ſchleimigten gallertartigen Theilen vermiſcht zu ſeyn; der Speichel, den man ſonſt für ſeifenartig hielt, iſt doch wohl nichts anders, als ein mit mehrerm wäßrichten verdünnter Mucus. Der Magenſaft (ſuccus gaſtricus) iſt bey den fleiſchfreſſenden Thieren ſäuerlich, bey den übrigen alkaliſch; übrigens enthält er blos Waſſer mit ein wenig Kochſalz. Die in der Leber abgeſonderte Galle beſteht aus Waſſer, gerinnbarem Stoff, harzigem Stof, etwas wenigem Mineralalkali, und gallertartigem Weſen; andere flüßige Stoffe des thieriſchen Körpers, als die Ausdünſtungsmaterie, der Harn u. ſ. w. ſind nach Beſchaffenheit der Nahrungsmittel und des Geſundheitszuſtandes in ihrer Miſchung ſehr veränderlich.

Die feſten Theile der thieriſchen Körper ſind von mancherley Art, haben aber faſt ſämmtlich die Miſchung des faſerichten Theils vom Blute. Die Knochen der warmblütigen Thiere beſtehen, wenn man ſie von den ſchleimigen, gallertartigen und markigen Theilen befreyt, aus der Knochenerde, welche zwar ohne Geſchmack und im Waſſer unauflöslich, dennoch aber, als ein Mittelſalz aus Kalk-

erde und Phosphorſäure anzuſehen, und nur mit der Kalkerde überſetzt iſt, ſ. Phosphorſäure. Die Schalen der Schalthiere hingegen, die Korallen, die Eyerſchalen u. dergl. ſind faſt reine Kalkerde; daher auch einige Geologen den Urſprung aller Kalkerde aus dem Thierreiche haben herleiten wollen, ſ. Kalkerde (Th. II. S. 738.).

Durch die trockne Deſtillation liefern die Theile der thieriſchen Körper eine beträchtliche Menge von luftförmigen Stoffen, beſonders Luftſäure und brennbare Luft, Pflanzenſäure, Phosphorſäure, Kalkerde; überdies die allermeiſten ein flüchtiges Laugenſalz, und empyrevmatiſches Oel. Aus dem Fette erhält man eine Säure, die aber offenbar vegetabiliſcher Natur iſt, ſ. Fett. Die Kohle thieriſcher Körper liefert nach dem Einäſchern Knochenerde.

Auch ſind diejenigen Materien des Thierreichs, welche flüchtiges Laugenſalz in ihrer Miſchung haben, bey dem Zugange der freyen Luft, und dem gehörigen Grade der Feuchtigkeit und Wärme, vorzüglich zur Fäulniß geneigt, ſ. **Fäulniß.**

Bey einzelnen Thierarten finden ſich noch beſondere Beſtandtheile, wozu verſchiedne Pigmente, z. B. die Cochenille, der ſchwarze Saft des Tintenwurms (Sepia), der Purpur der Alten aus dem Safte des Murex ramoſus und anderer Schnecken; ferner einige Säuren, z. B. die der Ameiſen und Maywürmer; ingleichen die Gifte und thieriſchen Schärfen der ſpaniſchen Fliegen, tollen Hunde u. dergl. gehören, deren Natur gröſtentheils noch unbekannt iſt; endlich der Moſchus und das Bibergeil.

Blumenbach Handbuch der Naturgeſchichte. 3te Aufl. Dritter Abſchnitt: Von den Thieren überhaupt.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der Chemie, I Theil, IV. Abſchnitt. II Theil 1. Band. §. 1255.

Thierkreis, Zodiacus, Signifer, *Zodiaque.* Dieſen Namen führt ein Streifen oder eine Zone am Himmel, zwiſchen zween Kreiſen, die mit der Ekliptik auf ihren beyden Sei-

ten parallel laufen, und den Raum einſchließen, innerhalb deſſen die Planeten allemal zu finden ſind.

Nemlich die Bahnen der Planeten machen mit der Erdbahn oder Ebne der Ekliptik nur ſehr kleine Winkel, ſ. **Neigung der Bahn.** Sie können ſich daher nie weit von der Ekliptik entfernen, und höchſtens kan dieſe Entfernung, oder die geocentriſche Breite, bey der Venus bis auf $8\frac{2}{3}$ Grad ſteigen. Wenn man daher auf jeder Seite der Ekliptik einen mit ihr parallelen Kreis in dem Abſtande von 9 — 10 Grad herumführt, ſo ſchließen dieſe Kreiſe die Zone des Himmels zwiſchen ſich ein, in welcher die Planeten allezeit anzutreffen ſind.

In dieſer Zone ſtehen auch die Sternbilder, von welchen die zwölf Abtheilungen oder **Zeichen der Ekliptik** (ſigna coeleſtia) ihre Namen führen. Weil die Figuren dieſer Bilder gröſtentheils von Thieren genommen ſind, ſo iſt daher die Benennung des **Thierkreiſes** (Zodiacus von ζωον, animal) entſtanden. Auch wird der Thierkreis in ebendieſelben Zeichen, wie die Ekliptik, abgetheilt.

Der Thierkreis macht in aller Abſicht den merkwürdigſten Raum des geſtirnten Himmels aus. Man bringt daher ſeine Fläche mit auf die Ringkugel, um auf ſelbiger die Stellen der Sonne, des Monds und der Planeten angeben zu können, ſ. **Ringkugel.** Man hat auch über die in ihm ſtehende Sterne beſondere **Thierkreiskarten**, und eigne Verzeichniße der **Zodiakalſterne**, ſ. **Sternkarten, Fixſternverzeichniße.**

Thierkreislicht, Zodiakallicht, Zodiakalſchein, Lumen zodiacale, *Lumiere zodiacale.* Wenn die Sonne eben untergegangen iſt, oder eben aufgehen will, ſieht man beſonders im Frühjahre und im Herbſte ein weiſſes Licht am Himmel, das von der Sonne ab, am Horizonte ſchief aufwärts, nach der Richtung der Ekliptik oder vielmehr im Thierkreiſe fortgeht, und an ſeinem obern Ende ſpitzig zuläuft. Im erſten Theile dieſes Wörterbuchs ſtellt Taf. II. Fig. 26. dieſe Erſcheinung ſo dar, wie ſie in unſern Gegenden um den Anfang des März nach Sonnenunter-

gang in die Augen fällt. Betrachtet man dieſe Figur von der Rückſeite gegen das Licht, oder im Spiegel, ſo zeigt ſie die Erſcheinung, wie ſelbige in der Mitte des Octobers am Morgenhorizonte vor Sonnenaufgang ſichtbar iſt.

Caſſini ſahe dieſes Licht zuerſt am 18 März 1683, und beobachtete es damals bis zum 26 März (Decouverte de la lumiere céleſte, qui paroiſt dans le zodiaque par M. *Caſſini* in den Anciens memoires Tom. VIII. p. 119.). **Fatio de Duillier** zu Genf ſetzte die Beobachtungen von 1684 bis 1686 fort, ſo wie **Kirch** und **Eimmart** von 1688 bis 1693 (Miſcell. Natur. Carioſ. Dec. III. ann. 1. p. 285. ſqq.). Nachher hat noch Herr **von Mairan** (Traité phyſ. & hiſtor. de l'aurore boreale in den Mem. de Paris, 1731. und beſonders Paris 1733. 4.), der von dieſer Erſcheinung bey Erklärung des Nordlichts Gebrauch macht, einige Beobachtungen darüber mitgetheilt.

Caſſini muthmaſſet, es ſey dieſe Erſcheinung ebendieſelbe, welche die Alten durch den Namen der Balken (δοκοι, trabes) andeuten. Er beſchreibt ſie als ein Licht, das dem Scheine der Milchſtraße ähnlich, aber heller, in der Mitte glänzender, und gegen die Enden ſchwächer ſey. **Mairan** erklärt es für ſtärker und dichter, als das Licht der Milchſtraße, und bemerkt, es ſcheine gegen den Horizont zu gelblich oder röthlich. Beyde wollen bisweilen kleine ſprühende Funken darinn bemerkt haben; ſie ſetzen aber hinzu, eine ſolche Erſcheinung könne auch von der Anſtrengung der Augen herrühren.

In der Schrift des Herrn **von Mairan** findet man alles, was zur Beſchreibung und Erklärung des Thierkreislichts gehört, mit vielem Scharfſinn ausgeführt. Man kan nach dieſem allen nicht zweifeln, daß es eine entweder ſelbſt leuchtende oder von der Sonne erleuchtete Atmoſphäre ſey, welche in Form eines ſehr abgeplatteten linſenförmigen Sphäroids die Sonne ſo umgiebt, daß ſie nach der Richtung der Axe der Sonnenumdrehung die geringſte, und nach der Richtung des Sonnenäquators, welche mit der Ekliptik einen Winkel von $7\frac{1}{2}°$ macht, die gröſte Ausdeh-

nung hat, ſ. Atmoſphäre der Sonne, und ABC Taf. II. Fig. 26.

Wenn die Erdkugel nicht ſelbſt in dieſe Atmoſphäre eingeſenkt iſt, ſo müſſen uns die Grenzen derſelben täglich ſichtbar werden, und wir müſſen ihren weſtlichen Theil des Morgens vor Sonnenaufgang, und den öſtlichen des Abends nach Sonnenuntergang in Geſtalt eines zugeſpitzten Streifens (*fuſeau*) erblicken. Aber oft iſt die Lage des Thierkreiſes gegen den Horizont ſo flach, daß ſich die Erſcheinung ganz in der Dämmerung verliert. Hingegen macht um den Anfang des März, wenn der Frühlingspunkt im Abendhorizonte ſteht, die Ekliptik mit dem Horizonte einen Winkel von $38\frac{2}{3} + 23\frac{1}{2}$, d. i. von mehr als 62 Graden, und weil wir zu eben der Zeit auch die kürzeſte Dämmerung haben, ſo wird der Zodiakalſchein, wenn die letztere aufhört, gegen Weſten ſichtbar, erhebt ſich gegen die linke Hand in Geſtalt einer ſchiefliegenden Pyramide, und geht durch die Sterne am Bande der Fiſche und den Kopf des Wallfiſches, beym Widder vorbey bis an die Hyaden im Stier. Dagegen iſt die Erſcheinung um dieſe Zeit des Morgens, da die Ekliptik gegen den Horizont ſehr flach liegt, gar nicht zu erkennen. Um die Mitte des Octobers aber zeigt ſich das Zodiakallicht am beſten vor der Morgendämmerung, wenn der Herbſtpunkt im öſtlichen Horizonte ſteht. Es geht alsdann gegen die rechte Hand ſchräg aufwärts durch den Löwen und Krebs bis an die Zwillinge; und iſt dagegen um dieſe Zeit des Abends nicht zu erkennen.

In den Ländern der heiſſen Zone machen Aequator und Ekliptik mit dem Horizont immer ſo große Winkel, und die Dämmerungen ſind ſo kurz, daß der Zodiakalſchein faſt das ganze Jahr hindurch Morgens und Abends ſichtbar iſt, wenn es nicht das Mondlicht oder die trübe Luft verhindert. Man ſieht ihn zuweilen ſenkrecht auf den Horizont und ſehr lebhaft, wie auch de la Caille auf ſeiner Reiſe nach Afrika bemerkt hat.

Bisweilen kan man auch in unſern Ländern das Thierkreislicht an einem und ebendemſelben Tage Morgens und

Abends bemerken, vorzüglich um die Zeit der Winterſonnenwende, da die Ekliptik mit dem Horizonte früh und Abends gleich große Winkel macht. So ſahe es Caſſini am 4 Dec. 1687 um $6\frac{1}{2}$ Uhr Abends, und am folgenden Morgen um 4 Uhr 40 Min. Um die Zeit der Sommerſonnenwende hindert dies die flache Lage des Thierkreiſes und die längere Dämmerung.

Die ſcheinbare Länge des Zodikalſcheins iſt nach den verſchiedenen Stellungen der Erde gegen die Sonne ſehr veränderlich. Sie geht, von der Sonne aus gerechnet, von 45° bis 100° auf einer Seite. Wenn ſie 90° und drüber beträgt, ſo müſſen wir uns in der Atmoſphäre der Sonne ſelbſt befinden, und da ſie uns alsdann eigentlich auf allen Seiten umgiebt, ſo müſſen ihre Grenzen ſehr undeutlich erſcheinen. Die Breite gegen den Horizont geht aus gleichen Gründen von 8° bis 30°. Sie iſt am gröſten, wenn die Sonne in den Zeichen der Fiſche und der Jungfrau ſteht, weil alsdann die Stellung der Erde ſo iſt, daß wir auf die Ebne des Sonnenäquators unter dem gröſten möglichen Winkel von $7\frac{1}{2}$° ſehen, ſ. **Sonnenflecken.**

v. Mairan phyſikal. und hiſtor. Abhandl. vom Nordlichte, in den phyſikal. Abhandl. der königl. Akademie der Wiſſ. in Paris, von Steinwehr. IX. B. S. 256 u. f.

Bode Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. Dritte Aufl. Berlin, 1775. gr. 8. S. 595 u. f.

Thonerde, Alaunerde, Terra argillacea, Terra aluminis, *Terre argilleuſe*, *Terre d'alun*. Die reine **Thonerde** iſt eine eigne von den übrigen weſentlich unterſchiedene Erde, welche mit der Vitriolſäure verbunden den **Alaun** (alumen, *alun*) ausmacht, und aus demſelben erhalten werden kan, wenn man ihn gepülvert in kochendem Waſſer auflöſet, und zu der durchgeſeiheten Lauge ein aufgelößtes mildes Laugenſalz tröpfelt. Alsdann verbindet ſich die Vitriolſäure mit dem Laugenſalze, deſſen Luftſäure frey wird. Es fällt alſo unter Aufbrauſen ein zarter weißer Niederſchlag zu Boden, der, wenn nichts mehr niederfällt, gehörig ausgeſüßt und getrocknet, die reine **Thonerde** giebt.

Dieſe Erde löſet ſich zwar im Waſſer nicht auf, ſie läſt ſich aber damit zu einem feinen und ſchlüpfrigen Teige zuſammenkneten. Mit der Luftſäure ſteht ſie nur in geringer Verwandtſchaft, daher auch dieſe bey der Zerſetzung des Alauns durch milde Laugenſalze mit Aufbrauſen davon geht. Inzwiſchen fand doch **Kirwan** in der aus Alaun niedergeſchlagnen ſtark getrockneten Thonerde $\frac{26}{100}$ Luftſäure. Mit den übrigen Säuren brauſet ſie nur wenig auf, giebt aber doch eigne Mittelſalze, z. B. Thonſalpeter, Thonſalz ꝛc. und gehört alſo zu den abſorbirenden Erden. Ihr eigenthümliches Gewicht iſt = 1,305, wenn man das Gewicht des Waſſers = 1 ſetzt.

Plötzlich ins Feuer gebracht, bekömmt ſie Riſſe und ſpringt umher, wegen des zu ſchnell ausgedehnten eingeſchloßnen Waſſers. Allmählich ausgetrocknet, brennt ſie ſich im Feuer ſo hart, daß ſie mit dem Stahle Feuer giebt, ſchwindet dabey ſehr ſtark zuſammen, verliert alle Schlüpfrigkeit, und läſt ſich auch nicht wieder im Waſſer erweichen. Doch erlangt ſie durch Auflöſung in Säuren und Niederſchlagung mit Laugenſalzen ihre vorige Beſchaffenheit wieder. Dieſe im Feuer gebrannte Thonerde zeigt nicht die mindeſte Spur der Aetzbarkeit des gebrannten Kalkes u. dergl.

Im gewöhnlichen Feuer ſchmelzt die Thonerde für ſich allein nicht, wohl aber mit der Kalkerde, und durch Hülfe der Alkalien mit der Kieſelerde. Wenn viel Alkali, z. B. 4 Theile gegen 1 Theil Erde, zugeſetzt iſt, ſo wird ſie durch dieſe Schmelzung im Waſſer auflöslich, wie die Kieſelerde in der Kieſelfeuchtigkeit.

Baumé (Mém. ſur les argilles. Paris 1770. 8) ſahe die Alaunerde als eine Modification der Kieſelerde an, welche Meinung neuerlich Herr **Storr** (Ueber die Umänderung der Glaserde in **Crells** chem. Annal. 1784. B. I. S. 5 u. f.) wiederum vertheidiget hat. Allein die Verſuche, welche man dafür anführt, beweiſen nur, daß die Kieſelerde ſo, wie ſie in der Natur gefunden wird, ſelten rein, und faſt immer, ſelbſt im Bergkryſtalle, mit etwas Kalk- und Thonerde vermiſcht ſey. **Scheele** (Verſ. und Anm.

über Kieſel, Thon und Alaun in den ſchwed. Abhandl. B. XXXVII. S. 30 u. f.), **Wiegleb**, (Disquiſ. chem. de ſilice in Nov. Act. acad. naturæ curioſ. Append. To. VI. p. 397.) und **Weſtrumb** (in Crells chem. Annal. 1785. B. I. S. 155.) haben das Eigenthümliche der Alaunerde auſſer allen Zweifel geſetzt.

In den gemeinen **Thonarten** (argillae, *argilles*) macht die Thon- oder Alaunerde einen weſentlichen Beſtandtheil aus, ſo daß man nichts als **Thon** anſehen darf, was nicht mit Vitriolſäure Alaun giebt. Dennoch beträgt dieſe Alaunerde in den mehreſten Thonarten nur 0,25 bis 0,46 Theile; das übrige iſt gröſtentheils ſehr fein zertheilte Kieſelerde, nebſt zufälligen Antheilen von Kalkerde, Kieſen, Eiſenocher und brennbarem Weſen. Daher ſind nicht alle Thone unſchmelzbar und ungefärbt. Farben, welche vom Brennbaren herrühren, vergehen beym Brennen; andere werden erſt durchs Brennen ſichtbar, wie z. B. die röthliche, welche vom verkalkten Eiſen des Kieſes herkömmt. Weſentliche Beſtandtheile jedes Thons ſind Alaunerde, Kieſelerde und Waſſer.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der Chemie, Theil I. S. 403 u. f. S. 671.

Toiſe, ſ. Fuß.

Ton, Tonus, *Ton*. Wenn die Schwingungen eines ſchallenden Körpers in lauter gleichen Zeiträumen auf einander folgen, ſo erregen ſie in unſerm Gehör die Empfindung eines **Tons**. Unterſcheiden wir bey einem Schalle mehrere Reihen von Schwingungen, deren Succeſſion zwar in jeder Reihe an ſich gleichförmig, aber in der einen Reihe ſchneller, oder langſamer, als in der andern iſt, ſo hören wir **mehrere Töne** zugleich. Ein Schall, bey welchem man nur einen oder einige Töne hört, heißt ein **Klang**. Erfolgen aber die Schwingungen eines Körpers ſo unregelmäßig, daß ſich gar keine Reihe von gleichförmiger Succeſſion, oder gar kein Ton, darinn unterſcheiden läſt, ſo hört man blos ein Geräuſch, Getöſe, einen **dumpfen Schall**, ſ. **Klang**. In der Muſik ſind blos die Klän-

ge brauchbar, welche einen oder mehrere Töne von beſtimmten Verhältnißen geben.

Die Stärke der Schwingungen beſtimmt hiebey nur die Stärke des Tons, oder das, was die Tonkünſtler mit den Worten **Forte** und **Piano** bezeichnen. Der weſentliche Unterſchied der Töne ſelbſt beruht auf der Geſchwindigkeit, mit welcher ſich die Schwingungen folgen, oder auf der Anzahl der in einer gegebnen Zeit, z. B. einer Secunde, vollbrachten Schwingungen. Iſt dieſe Geſchwindigkeit oder Anzahl groß, ſo heißt der Ton ein **hoher** (tonus acutus, *aigu*); iſt ſie gering, ein **tiefer** (tonus gravis, *grave*). So wird von zween Tönen, deren einer 100, der andere 200 Schwingungen in einer Secunde vorausſetzt, jener tiefer, dieſer höher ſeyn. Das Gehör unterſcheidet höhere und tiefere Töne mit großer Feinheit, durch eine eigne Empfindung, die bloß Sache des Sinns iſt, und ſich mit Worten gar nicht beſchreiben läſt.

Jede geſpannte Saite giebt, wenn man ſie in Bewegung ſetzt, in einer beſtimmten Zeit eine beſtimmte Anzahl Schwingungen, welche ſich (wenn man die Länge der Saite = L; ihr Gewicht = G; die ſpannende Kraft = P nennt) wie die Quadratwurzel aus $\frac{P}{LG}$ verhält, ſ. **Saiten** (Th. III. S. 751.). **Euler** (Tentamen novae theoriae Muſices. Petrop. 1739. 4maj. §. 6.) beweiſet, daß die Anzahl der Schwingungen (eigentlich der halben Schwünge), welche eine ſolche Saite in einer Secunde vollendet, wenn man die Länge des Secundenpendels = b ſetzt

$$\pi \sqrt{\frac{bP}{LG}}$$

ſeyn müſſe. Drückt man L in rheinländ. Maaße aus, ſetzt das Secundenpendel in unſern Gegenden = 0,2026423 ... × 15,625 = 3,1661 ... rheinl. Fuß (ſ. **Pendel** Th. III. S. 425.), und G : P = 1 : n, ſo daß n anzeigt, wie vielmal die Spannung der Saite ſtärker iſt, als ihr Gewicht, ſo erhält man für die Anzahl ihrer Schwingungen in einer Secunde

$$\pi \sqrt{\frac{3{,}1661 \ldots n}{L}}$$

daß alſo eine Saite von $2\frac{1}{2}$ rheinl. Fuß Länge, wenn ſie durch ihr 10000faches Gewicht geſpannt wird, in jeder Secunde $3{,}1415 . \sqrt{\frac{3{,}1661}{2{,}5}} = 353\frac{1}{2}$ Schwingungen machen muß.

Die Tonkünſtler bezeichnen die in unſerer Muſik brauchbaren Töne mit Buchſtaben. Euler fand durch Schätzung, daß demjenigen, dem ſie den Namen a beylegen, ohngefähr 392 Schwingungen auf die Secunde zukommen. Weil nun nach dem, was in der Folge gelehrt werden ſoll, der Ton a zu C im Verhältniße 10 : 3 ſtehen muß, ſo würde hieraus folgen, daß dem Tone C, $3 . 39{,}2 = 117\frac{3}{5}$ Schwingungen in der Secunde zugehörten. Inzwiſchen läſt ſich dies nicht in der gröſten Strenge nehmen, und an einem andern Orte (Briefe an eine deutſche Prinzeßin, 3ter Brief) legt Euler dem C ohngefähr 100 Schwingungen in der Secunde bey.

Sauveur (Syſtéme general des intervalles des ſons, in den Mém. de l'acad. de Paris, 1701. p. 297.) ſchlug vor, denjenigen Ton, welcher 100 Schwingungen in einer Secunde macht, zum fixen Tone anzunehmen, um dadurch ein abſolutes Tonmaaß auf die Nachwelt zu bringen, und das zu verhüten, was uns in Abſicht auf die Muſik der Griechen begegnet, deren Töne wir nicht mehr kennen, ob gleich ihre Schriften von der Tonkunſt in unſern Händen ſind. Allein, wenn man bedenkt, wie feine Abmeſſungen der Längen, Gewichte, und vorzüglich der ſpannenden Kräfte zu einer ſo wichtigen Beſtimmung gehören, und welch eine Menge Umſtände dieſe Abmeſſungen in der Ausübung unſicher machen, ſo wird man zu dieſem Vorſchlage nicht viel Vertrauen faſſen können. Sauveurs fixer Ton würde, ſoviel ſich aus Eulers Schätzung ſchließen läſt, etwas höher, als unſer Contra-A ſeyn (welchem 98 Schwingungen zukommen, wenn a deren 392 hat), und alſo nicht einmal unter den in unſerer Muſik gebräuchlichen Tönen vorkommen.

Der wichtigſte Theil der muſikaliſchen Theorie kömmt nicht ſowohl auf die abſoluten Schwingungszahlen, als vielmehr auf die relativen oder auf die **Verhältniße** derſelben bey verſchiedenen Tönen an, von welchen ich hier noch das nöthigſte beyzubringen habe.

Zwo gleich lange, gleich dicke und gleich ſtark geſpannte Saiten geben gleich viel Schwingungen in einerley Zeit, folglich einerley Ton, ſ. **Einklang**. Geben aber zwo Saiten (oder auch eine Saite bey veränderter Länge oder Spannung) in einerley Zeit nicht gleich viel Schwingungen, alſo verſchiedene Töne, ſo drückt man den Unterſchied derſelben, oder ihr **Intervall**, durch das geometriſche Verhältniß ihrer in gleicher Zeit ſtatt findenden Schwingungszahlen aus. Das Zuſammenklingen gewiſſer Töne iſt dem Gehör angenehm, das von andern unangenehm; in jenem Falle heiſſen die Intervalle **Conſonanzen**, in dieſem **Diſſonanzen**, wovon unter eignen Artikeln gehandlet iſt.

Die vollkommenſte Conſonanz nächſt dem Einklang giebt das Intervall der **Octave**, der gleichfalls ein beſonderer Artikel gewidmet iſt. Sie entſteht durch das Verhältniß 2 : 1, ſo wie die doppelte, dreyfache, vierfache Octave durch die Verhältniße 4 : 1; 8 : 1, 16 : 1. Töne, welche um Octaven auseinander liegen, werden in der muſikaliſchen Bezeichnungsart (**Tablatur**) durch ebendieſelben Buchſtaben, nur mit einiger Abänderung, als C, c, $\bar{c}$, $\bar{\bar{c}}$, $\bar{\bar{\bar{c}}}$, ausgedrückt. Dürfte man annehmen, C machte 100 Schwingungen in der Secunde, ſo kommen dem c deren 200, dem $\bar{c}$ 400, $\bar{\bar{c}}$ 800, $\bar{\bar{\bar{c}}}$ 1600 u. ſ. w., der untern Octave von C, oder dem Contra-C, nur 50 zu. Dieſes ſind ſehr vollkommne Conſonanzen, die ſich auf das höchſt einfache Verhältniß 2 : 1 gründen.

Das Verhältniß 3 : 1 giebt andere Töne, welche nächſt dieſen die gefälligſten Conſonanzen geben. Wenn C 100 Schwingungen in der Secunde macht, ſo iſt der Ton, welcher deren 300 macht, höher, als c, aber tiefer, als $\bar{c}$. Die Tonkünſtler bezeichnen ihn mit g; alſo ſeine untere

Octave, der 150 Schwingungen zukommen, mit G, und ſeine obere, der 600 zugehören, mit $\bar{g}$. So entſteht folgende Reihe

Schwingungsz.	100	150	200	300	400	600	800
Namen	C	G	c	g	$\bar{c}$	$\bar{g}$	$\bar{\bar{c}}$

Das Intervall von C — G; c — g; $\bar{c}$ — $\bar{g}$ heißt eine Quinte, und man ſieht, daß ihm zum Grundtone oder der Tonika C, c, $\bar{c}$ das Verhältniß 3 : 2 zukömmt. Hiebey iſt zu bemerken, daß die Quinte über der Octave mit dem Grundtone (g — C) beſſer conſonirt, als die nächſte Quinte (G — C) ſelbſt, weil das Verhältniß 3 : 1 einfacher iſt, als 3 : 2.

Man findet in obiger Reihe noch das Intervall G — c, g — $\bar{c}$, deſſen Verhältniß 150 : 200 oder 3 : 4 iſt. Steigt man von C aus um dieſes Intervall, ſo erhält man einen Ton, der 4mal ſchwingt, indem C 3mal ſchwingt, dem alſo $133\frac{1}{3}$ Schwingungen zugehören. Man nennt dieſen Ton F, f, $\bar{f}$ und das Intervall C — F oder G — c die Quart. So kommen zur vorigen Reihe noch die Töne

$133\frac{1}{3}$	$266\frac{2}{3}$	$533\frac{1}{3}$	$1066\frac{2}{3}$
F	f	$\bar{f}$	$\bar{\bar{f}}$

Hiedurch entdeckt ſich das neue Intervall F – G, f – g im Verhältniße $133\frac{1}{3} : 150 = 8 : 9$, welches man die Secunde, oder den Abſtand eines ganzen Tons nennt. Steigt man von C aus um dieſes Intervall, ſo erhält man den Ton D, welchem $112\frac{1}{2}$ Schwingungen zukommen. Dieſer giebt mit ſeinen Octaven

$112\frac{1}{2}$	225	450	900
D	d	$\bar{d}$	$\bar{\bar{d}}$

Eben ſo zeigt ſich in voriger Reihe das Intervall G — f, g — $\bar{f}$ im Verhältniße $150 : 266\frac{2}{3} = 9 : 16$, die Septime. Von C aus erhält man durch dieſes Intervall den Ton B von $177\frac{7}{9}$ Schwingungen, den man nebſt ſeinen

Octaven b, $\bar{b}$ u. ſ. w. noch hinzuzuſetzen hat. Die Verhältniße der Secunde und Septime ſind ſchon ſehr zuſammengeſetzt, und als Diſſonanzen zu behandlen.

Führt man hiezu noch das Verhältniß 5 : 1 ein, ſo wird man vom Grundtone C aus auf einen Ton von 500 Schwingungen kommen, der zwiſchen 450 und $533\frac{1}{3}$, oder zwiſchen $\bar{d}$ und $\bar{f}$ fallen muß, und mit $\bar{e}$ bezeichnet wird. Er giebt mit ſeinen Octaven

125	250	500	1000
E	e	$\bar{e}$	$\bar{\bar{e}}$

gegen C, c u. ſ. w. das Intervall C — E im Verhältniße 100 : 125 = 4 : 5 unter dem Namen der großen Terz, welche zu den Conſonanzen gehört. Durch die Einführung dieſes Tons zeigt ſich das neue Intervall G — e im Verhältniße 150 : 250 = 3 : 5, die Sexte, welche von C aus genommen, den Ton A von $166\frac{2}{3}$ Schwingungen giebt, durch deſſen Octaven a, $\bar{a}$ u. ſ. w. entſtehen. Endlich hat man durch Vergleichung des E mit dem F das Verhältniß 125 : $133\frac{1}{3}$ = 15 : 16, welches das Intervall eines halben Tones genannt wird, und von der Octave des Grundtons, oder von c herabwärts genommen, den Ton H von $187\frac{1}{2}$ Schwingungen giebt, deſſen Abſtand vom Grundtone (C — H) im Verhältniße 100 : $187\frac{1}{2}$ = 8 : 15 die große Septime genannt wird, ſo wie das Intervall A — c ($166\frac{2}{3}$: 200 = 5 : 6) den Namen der kleinen Terz führet.

Aus dieſen Tönen beſteht, nach Eulers Erklärung, das heutige ſogenannte diatoniſche Syſtem, darinn den bisher genannten Tönen folgende Schwingungszahlen zukommen

C	D	E	F	G	A	B	H	c
100	$112\frac{1}{2}$	125	$133\frac{1}{3}$	150	$166\frac{2}{3}$	$177\frac{7}{9}$	$187\frac{1}{2}$	200

Die acht Stufen deſſelben (da B und H nur für eine zu rechnen ſind) geben die Urſache der Benennung der Octave, Quinte und übrigen Intervalle an, und man kan es ſehr leicht durch die höhern Octaven fortſetzen, wenn man

von c aus auf d, e, f ꝛc. durch Verdoppelung der Zahlen bey D, E, F fortſchreitet.

Bey gleicher Dicke und Spannung der Saiten verhalten ſich die Schwingungszahlen umgekehrt, wie ihre Längen, ſ. Saiten. Dividirt man alſo 100 durch die Zahl jedes Tons, ſo ergeben ſich folgende Verhältniße der Saitenlängen, welche gewöhnlich **Verhältniße der Töne** ſelbſt genannt werden

	C	D	E	F	G	A	B	H	c
O.)	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{8}{15}$	$\frac{1}{2}$

Zu Verſuchen hierüber und zu reiner Stimmung der Töne dient das **Monochord**, ein Inſtrument von einer einzigen Saite mit einem beweglichen Stege und mit Eintheilungen, daran man die Länge der Saite in beliebigen Verhältnißen ändern und bemerken kan, um wie viel der Ton dadurch höher oder tiefer wird. Man macht das Monochord, um mehrere Töne zugleich zu haben, bisweilen von vier Saiten, und giebt ihm des Klanges halber einen Reſonanzboden und Taſten zum Anſchlagen der Saiten. Taf. XXV. Fig. 56. ſey ABCD der Kaſten, ab, cd, ef, gh ſeyen vier gleich lange, gleich dicke und gleich ſtark geſpannte Saiten; bb, dd, ff, hh die Taſten zum Anſchlagen durch Federn oder Hämmerchen; lk und pm ſeyen Schieber, an den Enden k und m mit Stegen verſehen, ſo daß beym Anſchlagen der zwoten und dritten Saite nur die Längen kd und mf klingen; endlich ſey auch bey n genau auf der halben Länge der vierten Saite ein Steg geſetzt, daß nur die halbe Saite nh klingt. Wenn nun die Saiten urſprünglich ſo geſtimmt waren, daß ſie einerley Ton, z. B. C angaben, ſo wird die halbe Saite nh, die Octave c hören laſſen. Und wenn man die Schieber pm und lk ſo weit einſchiebt, daß mf gerade $\frac{2}{3}$, kd aber genau $\frac{4}{5}$ der ganzen Länge ab beträgt, ſo wird mf die Quinte G, kd aber die große Terz E, ganz rein angeben, u. ſ. w. Zum Gebrauch iſt es bequemer, wenn die ledigen Saiten, ehe die Stege daran kommen, ſo geſtimmt ſind, daß der Ton von ab eine reine Octave tiefer iſt, als die Töne der drey andern

Man hat auch Monochorde, die durch Gewichte geſpannt werden können. Der Name Sonometer, den einige dem Monochord geben, iſt halb lateiniſch und halb griechiſch; ſchicklicher würde man Tonometer ſagen. Die Alten nannten die einzige Saite dieſes Tonmaaßes den Canon.

Das Tonſyſtem der Griechen war von anderer Beſchaffenheit. Der Tradition zufolge ſoll Merkur zuerſt aus vier zwiſchen zwo Stierhörner geſpannten Saiten die Lyra gebildet haben, welche nur die vier Töne hatte, die wir etwa jezt A, d, e, a nennen. Dieſes Syſtem enthielt nur zwo Quarten A — d, e — a, und zwo Quinten A — e, d — a. Nach und nach vermehrte man die Saiten bis auf acht, womit es vermuthlich ſo zugieng. Man fiel zuerſt darauf, auch dem Tone d ſeine Quarte g zu geben; und dem Tone e die Unterquarte B zuzuordnen. So entſtanden vier in einander geſchobene Quarten (Tetrachorde).

Wollte man noch dem Tone g ſeine Quarte $\bar{c}$ geben, ſo gieng dieſe zwar ſchon über die urſprüngliche Octave A — a hinaus; man konnte aber die Unteroctave derſelben c dem Syſteme beyfügen, und nun noch die Quarte von dieſer f hinzuſetzen. So entſprang aus den zwo erſten Quarten, blos durch das Verhältniß 3 : 4, folgendes Syſtem von acht Saiten,

A	B	c	d	e	f	g	a
1	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{81}{128}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{2}$

worinn, bey der Fortſetzung durch die folgenden Octaven jeder Ton ſeine reine Ober- und Unterquarte hat, das einzige f ausgenommen, dem ſeine Oberquarte $\frac{3}{4} \cdot \frac{81}{128} = \frac{243}{512}$ fehlt. Dieſe ward zwar hernach noch eingeführt, und in die erſte Octave mit dem Verhältniße $\frac{243}{256}$ heruntergetragen: aber die Saite bekam keinen neuen Namen, ſondern ward von den neuern als B angeſehen, dagegen das ehemalige B nunmehr mit B♮ bezeichnet ward, wofür in der Folge H geſetzt worden iſt.

Fängt man dieſes alte Tonſyſtem nach jetziger Art von C an (welchem Tone oben $\frac{27}{16}$ zugehört), ſo ſind alle vorige

Verhältnißzahlen mit $\frac{16}{27}$ zu multipliciren, und man erhält folgende Reihe:

C	D	E	F	G	A	B	H	c
1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1}{2}$

Um die Größe der Stufen in einem ſolchen Syſtem zu finden, muß man jede folgende Zahl durch ihre vorhergehende dividiren, woraus ſich folgende Stufen des alten Syſtems ergeben.

C	D	E	F	G	A	H	c
$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{243}{256}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{243}{256}$	

In dieſem Syſtem, wo jeder ganze Ton um $\frac{8}{9}$, jeder halbe um $\frac{243}{256}$ fortſchritt, kamen nun gar keine reinen Terzen von $\frac{4}{5}$ und $\frac{5}{6}$ vor; ſondern es hatten die großen Terzen das Verhältniß $\frac{64}{81}$, die kleinen das $\frac{27}{32}$; hingegen waren die Quarten und Quinten völlig rein, die Quinte von H ausgenommen, welche gar nicht vorkam. Auſſer dieſem **diatoniſchen** Syſtem hatten die Alten noch ein **enharmoniſches** und **chromatiſches** Genus, worinn ſich mehr und zum Theil ſehr fein unterſchiedene Töne befanden (ſ. Dictionaire de muſique par *J. J. Rouſſeau.* à Paris, 1767. 4. Art. *Syſteme*). Man hat dieſes Syſtem bis ins ſechszehnte Jahrhundert beybehalten, woraus freylich ein ganz eigner Character der alten Muſik entſtehen muſte, die überhaupt mehr auf Melodie, als auf Harmonie beruhte, bey welcher leztern die unreinen Terzen eine eigne Wirkung thun müſten. Alles dies ſchränkt ſich blos auf die Töne der Inſtrumente ein, die den Geſang begleiteten; der freye Sänger, der die Töne hervorbringen darf, wie ſie das Gehör verlangt, wird unſtreitig auch bey den Alten, ſelbſt ohne Abſicht, die Terzen nach ſeinem Gefühl temperirt, und ſtatt der ſyſtematiſchen unreinen die gefälligern reinen geſungen haben.

Nachdem in Italien eigne Lehrſtühle der Muſik errichtet waren, fieng der gelehrte venetianiſche Tonkünſtler **Giuſeppe Zarlino** († 1599) an, das alte diatoniſche Syſtem zu verbeſſern. Es ſcheint, daß ihn dabey die harmo-

niſche Theilung, auf welche man ſeitdem in der Muſik ſo viel gehalten hat, geleitet habe. Durch harmoniſche Theilung der Octave C — c ($\frac{2}{2} : \frac{2}{4}$) kömmt man auf die Quinte G = $\frac{2}{3}$; durch nochmalige Wiederholung auf die große Terz E = $\frac{2}{2,5}$ = $\frac{4}{5}$; durch die dritte Theilung auf $\frac{2}{2,25}$ = $\frac{8}{9}$ oder die Secunde D. Die Octave arithmetiſch getheilt gab die Quarte F = $\frac{3}{4}$. Die obere Quinte F — c ($\frac{3}{4} : \frac{3}{8}$) wieder harmoniſch getheilt, gab die Sexte A = $\frac{3}{5}$. Nun blieb noch das Intervall der kleinen Terz von A — c mit einer Mittelſaite auszufüllen, wobey weder harmoniſche noch arithmetiſche Theilung half, weil beyde keine diatoniſchen Intervalle mehr gaben. Man half ſich deswegen mit der doppelten Saite BH, wo B die reine Quart von F, alſo $\frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$, H die reine große Terz von G, mithin $\frac{4}{5} \cdot \frac{2}{3} = \frac{8}{15}$ ausmachte. So hatte man das neue, oben mit ⊙.) bezeichnete Tonſyſtem, worinn jeder Ton eine ganz reine, entweder große oder kleine, Terz hat, den einzigen Ton D ausgenommen, deſſen Terz D — F nur $\frac{27}{32}$ iſt. Dagegen haben hier D und H keine reinen Quinten, und A keine reine Quart. Unterſucht man die Stufen dieſes Syſtems, ſo findet man folgendes

C		D		E		F		G		A		H		c
	$\frac{8}{9}$		$\frac{9}{10}$		$\frac{15}{16}$		$\frac{8}{9}$		$\frac{9}{10}$		$\frac{8}{9}$		$\frac{15}{16}$	

daß alſo drey größere, zween kleinere, und zween halbe Töne vorkommen, ſ. Octave (Th. III. S. 380).

Dieſer diatoniſchen Leitern bedienten ſich die Tonſetzer ehedem ſo, daß ſie von den Saiten des Syſtems bald dieſe, bald jene, nur B und H ausgenommen, zum Grundtone oder zur Tonica machten, woraus das Stück geſetzt würde. Weil aber C und F nur große, D, E, A, H hingegen nur kleine Terzen in der neuern Leiter hatten, ſo konnte aus jenen blos in der harten, aus dieſen blos in der weichen Tonart, geſpielt werden. Man konnte auch kein Intervall verändern, nur H ausgenommen, wofür ſich nach Bedürfniß B ſetzen ließ, ſo daß der einzige Ton G beyde Terzen hatte. Wenn man alſo ein Stück transponiren wollte (z. B. aus G ſpielen, was aus C geſetzt war), ſo ver-

lohr es auf dem Inſtrumente ſeinen ganzen Character; der Schluß H — c, der dem Ohre ſo angenehm iſt, verwandlete ſich in den unerträglichen F — G, der durch einen groſſen ganzen Ton geht. Der Sänger traf zwar das richtige Intervall nach ſeinem Gehör, aber Orgel und Inſtrumente hatten es nicht.

Man ſetzte aus dieſem Grunde noch die großen Terzen der Töne D, E, A, H unter den Namen des um einen halben Ton erhöheten F, G, C, D, oder Fis, Gis, Cis, Dis hinzu, temperirte aber dieſelben ſo, daß ſie auch gegen die übrigen Töne der Leiter gehalten, leidlich reine Intervalle geben ſollten, ſo daß man ſie überall als ſolche brauchen könnte, wo es das Bedürfniß des transponirten Geſanges erforderte. Beydes zugleich läſt ſich nicht vollkommen erhalten. Soll z. B. Fis die reine große Terz von D ſeyn, ſo muß es $= \frac{4}{5} \cdot \frac{8}{9} = \frac{32}{45}$ genommen werden; ſoll es hingegen die reine Sexte vom Contra-A geben, ſo wird erfordert, daß es $\frac{3}{5} \cdot \frac{6}{5} = \frac{18}{25}$ ſey. Wie aber dieſe Töne bey ihrer Einführung eigentlich beſchaffen geweſen, läſt ſich nicht genau ſagen.

Man fieng ſpäterhin an, auch dieſe neuen Töne als Grundtöne zu brauchen, ſo daß aus jedem der zwölf Töne des neuen Syſtems in der harten und weichen Tonart ſollte geſpielt werden können. Ob durch dieſe Veränderung die Muſik gewonnen oder verlohren habe, iſt noch ſtreitig. Wenigſtens hatten die Alten bey ihren wenigern Grundtönen mehr Tonarten, deren eigenthümlicher Ausdruck ſehr verſchieden war, und von deren vortreflicher Wirkung ſich noch Proben in den ältern Kirchenmelodien finden.

Der neuen Abſicht gemäß ſollte nun das Syſtem ſo eingerichtet werden, daß jede der zwölf Saiten ihre reine große und kleine Terz, Quart und Quinte hätte. Dies iſt unmöglich, ohne noch mehr neue Töne einzuführen. Alsdann aber könnte man wieder begehren, auch dieſe als Grundtöne zu gebrauchen; dieſes würde wieder neue Terzen u. ſ. w. erfordern, und ſo das Syſtem ins Unendliche vermehren. An ſich liegt auch zwiſchen jeder Octave eine unendliche Menge von verſchiedenen Tönen.

Man muß ſich alſo begnügen, bey den zwölf Tönen des bisherigen Syſtems ſtehen zu bleiben, und dieſe ſo zu ſtimmen, daß jeder zum Hauptkone kan gewählt werden, ohne das Ohr zu beleidigen. Lauter ganz reine Intervalle zu erhalten, iſt dabey unmöglich; man muß ſich alſo eine wohl überlegte kleine Abweichung von der höchſten Reinigkeit gefallen laſſen, und dieſe Abweichung, oder die Einrichtung des Tonſyſtems nach derſelben, führt den Namen der Temperatur.

Es ſind ſehr viele ſolche Temperaturen vorgeſchlagen worden. Eine der merkwürdigſten iſt die ſogenannte mathematiſche oder gleichſchwebende Temperatur, wobey die Octave C — c in 12 völlig gleiche Intervalle oder Stufen eingetheilt wird. Hiezu iſt erforderlich, die Längen der Saiten durch eine Reihe von zwölf Proportionalzahlen auszudrücken, oder was eben ſo viel iſt, zwiſchen 1 und $\frac{1}{2}$ eilf mittlere Proportionalzahlen zu ſuchen. Die Tonkünſtler haben dazu allerley Anweiſungen, theils durch Zeichnung, theils durch Rechnung, gegeben. Das leichteſte Mittel iſt, zwiſchen die Logarithmen von 1 und $\frac{1}{2}$ eilf mittlere arithmetiſche Proportionalzahlen zu ſetzen, und dieſe als Logarithmen der zugehörigen Saitenlängen zu betrachten. Der Unterſchied dieſer Logarithmen iſt der zwölfte Theil des log. $\frac{1}{2}$ oder — 0, 0250858. Dadurch findet man

Töne	Logarithmen	Saitenlängen
C	4, 0000000—4	1, 0000
Cis	3, 9749142—4	0, 9438
D	3, 9498283—4	0, 8909
Dis	3, 9247425—4	0, 8409
E	3, 8996567—4	0, 7937
F	3, 8745808—4	0, 7491
Fis	3, 8494850—4	0, 7071
G	3, 8243991—4	0, 6674
Gis	3, 7993132—4	0, 6300
A	3, 7742275—4	0, 5946
B	3, 7491417—4	0, 5612
H	3, 7240558—4	0, 5297
c	3, 6989700—4	0, 5000

Eine geometriſche Conſtruction für die Verhältniße der Töne von Strähl findet man in den Abhandlungen der ſchwediſchen Akademie (Band V. S. 226 u. f.) Taf. XXV. Fig. 57. theile man eine Linie BC in zwölf gleiche Theile (in der Figur ſind nur bey V, f und e der 4te, 7te und 8te Theilungspunkt bemerkt), beſchreibe das gleichſchenklichte Dreyeck CBA, deſſen Schenkel CA und BA = 2 BC ſind, und ziehe aus der Spitze A in alle Theilungspunkte Linien, wie Aγ, Af, Ae. Man nehme ferner Bc = Bf oder = $\frac{7}{12}$ BC, und ziehe Cc, welches man verlängert, bis cK = Cc wird. Wenn nun KC die Länge der ganzen Saite des Monochords für den Ton C vorſtellt, ſo wird dieſe Länge KC von den Theilungslinien Aγ, Af, Ae ſo durchſchnitten, wie es den Tönen des Syſtems gemäß iſt, ſo daß der Steg von C bis E, F, Gis, c verſchoben, die Töne giebt, die dieſe Namen führen. Jacob Faggot (a. a. O. S. 230 u. f.) berechnet dieſe Conſtruction, und glaubt darinn eine ganz neue vorher unbekannte Temperatur zu finden. Er hat ſich aber ſehr übel verſehen, indem er gleich bey der Auflöſung des Dreyecks BCc anſtatt der Logarithmen der Tangenten (durch Verwechſelung der Columnen in den Tafeln) die Logarithmen der zugehörigen Sinus nimmt, und dadurch den Winkel c faſt 7° zu klein findet, welches in die ganze folgende Rechnung Einfluß hat. Funk (Progr. De ſono et tono. Lipſ. 1779. 4.) hat die Rechnung richtig geführt und gezeigt, daß man durch dieſe Conſtruction nichts anders, als eine ſehr nahe Approximation an die gleichſchwebende Temperatur erhält.

Dieſe Temperatur iſt nun unſtreitig diejenige, bey welcher die möglichſte Annäherung an die Reinigkeit für alle Conſonanzen zugleich erhalten wird. Die ganzen Töne ſchreiten ſämmtlich durch das Verhältniß $\frac{8909}{10000}$ fort, welches von $\frac{8}{9}$ ſehr wenig abweicht; die Quinten und Quarten weichen nur um den zwölften, und die Terzen um den dritten Theil eines Comma ab, welches dem Unterſchiede des größern und kleinern Tones ($\frac{8}{9} : \frac{9}{10} = \frac{80}{81}$) gleich iſt, und für die gröſte dem Gehör erträgliche Abweichung von der Reinigkeit angenommen wird. Dennoch hat dieſe gleichſchwe-

bende Temperatur nicht allein die große Schwierigkeit der Stimmung, welche bey ihr nicht anders, als nach einem genau getheilten Monochord möglich iſt, ſondern auch das wider ſich, daß in ihr alle Grundtöne einander völlig gleich werden, wodurch die ſchätzbaren Vortheile verlohren gehen, die man ſonſt aus der Mannigfaltigkeit des Characters der Tonleitern von verſchiedenen Grundtönen zieht, und die kein Componiſt von Gefühl gern aufopfern wird.

Daher hat **Kirnberger** (Die Kunſt des reinen Satzes in der Muſik. Berlin, 1771. 4.) eine Temperatur angegeben, die jeder gute Stimmer, meiſtens durch Quinten, ohne Mühe treffen kan, und die nicht, wie viele andere vorgeſchlagene, manchen Tönen vorzüglich reine Intervalle, zum Schaden der übrigen, giebt, ſondern ſich mehr an das hält, was der Natur des reinen Geſanges aus jedem Grundtone am nächſten kömmt. Die Verhältniße dieſer Temperatur ſtelle ich hier ſo vor, daß man ſie leicht mit denen der gleichſchwebenden vergleichen kan

C	1	1, 0000	G	$\frac{2}{3}$	0, 6667
Cis	$\frac{243}{256}$	0, 9492	Gis	$\frac{81}{128}$	0, 6328
D	$\frac{8}{9}$	0, 8889	A	$\frac{161}{270}$	0, 5963
Dis	$\frac{27}{32}$	0, 8437	B	$\frac{9}{16}$	0, 5625
E	$\frac{4}{5}$	0, 8000	H	$\frac{8}{15}$	0, 5313
F	$\frac{3}{4}$	0, 7500	c	$\frac{1}{2}$	0, 5000
Fis	$\frac{32}{45}$	0, 7111			

Man kan über dieſen Gegenſtand noch in G. F. T. (Tempelhof) Gedanken über die Temperatur des Herrn Kirnbergers (Berlin, 1775. 8.) und **Marpurgs** Verſuch über die muſikaliſche Temperatur (Breslau, 1776. 8.) mehrern Unterricht finden.

Die Reihe aller Töne, welche auf unſern Inſtrumenten vorkommen, begreift zehn Octaven, oder 121 Saiten. Der tiefſte Ton der Orgeln kömmt von einer 32 Fuß langen, der höchſte von einer $\frac{1}{32}$ Fuß langen Pfeife. Aber zum Geſange ſelbſt werden die zwey unterſten und drey oberſten dieſer Octaven nie gebraucht. Sie dienen blos zu Ver-

ſtärkung der Harmonie. Das zur Melodie brauchbare Tonſyſtem geht von C — $\overline{\overline{\overline{c}}}$, oder von dem Tone von 8 Fuß, bis zu dem von $\frac{1}{4}$ Fuß, durch eine Reihe von 61 Tönen. Aber ſchon hievon iſt der Gebrauch der oberſten Octave nur auſſerordentlich.

Sauveur hat für den tiefſten hörbaren Ton den von 12$\frac{1}{2}$, für den höchſten den von 6400 Schwingungen in einer Secunde angenommen, welche um neun Octaven von einander abſtehen. **Euler** ſetzt dieſe Grenzen auf 30 und 7520, oder nach neuern Beſtimmungen auf 20 und 4000 Schwingungen, welches ohngefähr acht Octaven begreift. Die tiefſten und höchſten Orgeltöne ſind auch in der That ſo undeutlich, daß man zweifelhaft wird, ob ſie zu den als Töne hörbaren Lauten zu ſetzen ſind.

Von der Aehnlichkeit der Töne mit den Farben ſ. die Artikel: **Farbenbild, Farbenclavier, Licht.** **Newton** hat zwar die Räume der ſieben Regenbogenfarben den Stufen der völlig reinen weichen Tonleiter proportional gefunden; im Grunde aber iſt dies immer nur unbeſtimmte Schätzung, und eigentlich ſind zwiſchen Blau und Roth im Regenbogen eben ſo unendlich viel Farben, wie zwiſchen C und c unendlich viel Töne liegen.

C. B. Funccii Progr. De ſono et tono. Lipſ. 1779. 4.

Lettres à une Princeſſe d'Allemagne ſur divers ſujets de phyſ. et de philoſ. Mietau & Leipſ. 1770. 8maj. To. I. lettr. 4 — 7.

J. G. Sulzers allgemeine Theorie der ſchönen Künſte, neue Auflage. Leipzig, 1786. gr. 8. Art. Ton, Syſtem, Temperatur.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. 4te Aufl. §. 284 — 292.

Torricelliſche Leere, ſ. Leere.

Torricelliſche Röhre, ſ. Barometer.

Trabanten, ſ. Nebenplaneten.

Trägheit, Inertia, *Inertie.* Man bemerkt allemal, wenn ein ruhender Körper in Bewegung geſetzt, oder wenn die Richtung und Geſchwindigkeit eines bewegten Körpers geändert werden ſoll, daß zu dieſer Aenderung ſo etwas er-

fordert wird, dergleichen man Kraft nennt, d. i. eine Urſache, welche Bewegung hervorzubringen oder zu ändern ſtrebt, ſ. Kraft. Iſt keine ſolche Urſache vorhanden, ſo beharrt der ruhende Körper in ſeiner Ruhe, und der bewegte ſetzt ſeine Bewegung ungeändert nach der vorigen Richtung und mit der vorigen Geſchwindigkeit fort. Dieſe allgemeine Eigenſchaft, oder beſſer, dieſes allgemeine Phänomen der Körper nennt man ihre Trägheit.

Die Wahrnehmung hievon entſpringt eigentlich ſo. Wenn wir Körper mit unſern Gliedmaßen bewegen und aufhalten, ſo fühlen wir in uns eine gnwiſſe hierauf zu verwendende Anſtrengung, die ganz eigentlich Kraft heißt. Dies macht, daß wir uns auch in allen andern Fällen, wo Ruhe und Bewegung ohne unſer Zuthun geändert wird, eine dieſer Kraft ähnliche Urſache gedenken, und in den Begrif, den wir uns vom Körper überhaupt bilden, die Vorſtellung legen, er ändere ſeinen Zuſtand nie ohne eine ſolche Urſache. Wir ſehen dies alſo als ein Merkmal der Körper an. Eine Erſcheinung, die wir ohne Anwendung einiger Kraft, etwa blos durch einen Gedanken oder Machtſpruch aufhalten, vor uns hertreiben und an andere Orte verſetzen könnten, würden wir für nichts körperliches erkennen.

So iſt die Vorſtellung von Trägheit nichts anders, als der Satz des zureichenden Grundes auf die Veränderung des Zuſtands der Körper angewandt. Unter Zuſtand verſteht man hiebey Ruhe, wenn der Körper ruht, Richtung und Geſchwindigkeit, wenn er ſich bewegt. Erfolgen ſolche Aenderungen, ſo erfordern wir allemal das Daſeyn einer Urſache: denn wenn wir ſelbſt ſie hervorbringen wollen, ſo fühlen wir dieſe Urſache in uns, und ſehen auch in andern Fällen, daß Urſachen dazu verwendet werden, die ſonſt etwas anders, z. B. Druck, Spannung u. dergl. bewirkten, die aber dies zu bewirken augenblicklich aufhören, ſo bald ſie ſich auf ſolche Aenderungen verwenden. Iſt keine ſolche Urſache da, ſo ſehen wir auch die Körper in ihrem vorigen Zuſtande beharren. Dieſe Art, ſich die Trägheit vorzuſtellen, welche Herr Käſtner (De inertia corporum in ſ. Diſſ. math. et phyſ. n. X. p. 75. und An-

fangsgr. der höhern Mechanik, I. Abſch. Cap. 2) eingeführt hat, ſtimmt mit der Erfahrung völlig überein, und die Trägheit in dieſem Sinne läſt ſich unläugbar zu den allgemeinen Phänomenen der Körper zählen.

Da ein Ding, um in ſeinem vorigen Zuſtande zu bleiben, keiner beſondern **Kraft** bedarf (unter welchem Namen vielmehr die Urſachen der **Aenderung** des Zuſtands verſtanden werden), ſo iſt es ganz unſchicklich, in der Trägheit ſelbſt eine Kraft zu ſuchen, und ſich des Namens **Kraft der Trägheit** (vis inertiæ, *force d'inertie*) zu bedienen. So häufig auch dieſer Name gebraucht worden iſt, und noch gebraucht wird, ſo liegt doch darinn ſogar ein Widerſpruch, da die Folgen der Trägheit nichts anders ſind, als Beharren im vorigen Zuſtande aus Mangel einer Kraft, alſo etwas, das Abweſenheit, nicht Daſeyn von Kraft, vorausſetzt.

Man iſt auf dieſe vermeinte Kraft der Trägheit dadurch gekommen, weil diejenige Kraft, die eine Aenderung des Zuſtands bewirkt, durch dieſe Aenderung gleichſam zu verſchwinden, oder verlohren zu gehen ſcheint; daher man ſich vorgeſtellt hat, es liege im trägen Körper eine entgegengeſetzte Kraft, die ſie aufzehre, ſ. **Gegenwirkung**. Man hat aber gar keine Veranlaſſung, ſo etwas anzunehmen; denn das vermeinte Verſchwinden oder Verlohrengehen beſteht ja blos darinn, daß die wirkende Kraft jetzt auf die ihr angemeſſene Aenderung des Zuſtands verwendet wird, und alſo ganz natürlich **auſſerdem nichts weiter** bewirken, oder ſich nicht mehr durch diejenigen Wirkungen zeigen kan, durch die ſie vorher ſichtbar ward.

Descartes (Princip. philoſ. P. II. §. 37.) lehrte, jeder Körper beſitze eine Kraft, in ſeinem vorigen Zuſtande zu beharren, alſo die Ruhe fortzuſetzen, wenn er ruhe, und in Bewegung zu bleiben, wenn er ſich bewege. Hiebey aber wird erſtens eine Kraft behauptet, wo man gar keine nöthig hat; zweytens wird von **Descartes** unter dem, was bey der Bewegung **Zuſtand** heißt, ganz irrig die Richtung nicht mit begriffen, ſondern lediglich auf Bewegung mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit geſehen. Der bewegte Kör-

per ſollte eine Kraft haben, ſeine Bewegung, wenn er vorwärts zu gehen gehindert würde, rückwärts, ſeitwärts u. ſ. w. fortzuſetzen — eine Kraft, die ihn nur immer in Bewegung zu erhalten ſucht, gleich viel, ob es nach der vorigen Richtung, oder nach einer andern, geſchehe.

Aus ſo falſchen Begriffen von Trägheit muſten freylich unrichtige Geſetze des Stoßes folgen, ſ. Stoß.

Die Erfinder der wahren Geſetze des Stoßes, beſonders Huygens, verbreiteten richtigere Vorſtellungen. Man ſahe ein, daß einen Körper von ſeiner vorigen Bewegung ſeitwärts abzulenken oder gar zurückzutreiben, eine neue Urſache erfordert werde, daß alſo zur Bewegung in krummen Linien eine eigne alle Augenblicke ablenkende Kraft gehöre u. ſ. w. Dieſen Grundſatz brachte auch ſchon D. Hook in ſeine Vorſchläge einer neuen Mechanik der Himmelskörper ſ. Gravitation (Th. II. S. 520). Endlich faßte Newton (Princip. L. I. Axiomata ſ. leges motus, Lex I.) die ganze Sache ſehr ſchön und beſtimmt in den kurzen Satz zuſammen: „Corpus omne perſeverare in „ſtatu ſuo *quieſcendi* vel *movendi uniformiter in directum*, „niſi quatenus a viribus impreſſis cogatur illum ſtatum „mutare“.

Dieſer Satz iſt ſeitdem unter dem Namen des Geſetzes der Trägheit (lex inertiæ, *loi d'inertie*) eines der erſten Grundgeſetze der Mechanik geworden. Ihm zufolge wird Kraft erfordert, ruhende Körper zu bewegen, und der bewegten geradlinigte Richtung oder Geſchwindigkeit zu ändern; ſo bald aber dieſe Kraft zu wirken aufhört, bleibt der Körper in dem letzten Zuſtande, in den ſie ihn verſetzt hatte, d. h. er behält die letzte Geſchwindigkeit, und ſetzt mit derſelben ſeine Bewegung nach der letzten Richtung gleichförmig und geradlinigt (uniformiter in directum) fort, bis neue Kräfte dieſes ändern. Dies zeigt nun auch die Erfahrung. Wenn z. B. die Kräfte, die einen Körper in der krummen Linie NM Taf. XXV. Fig. 58. erhielten, in M plötzlich aufhören, ſo fliegt derſelbe mit der Geſchwindigkeit, die er in M hat, nach der Richtung des letzten Theilchens der Curve, d. i. nach der Tangente MT, geradlinigt fort.

Betrachtet man alſo die Kräfte als etwas von der Materie abgeſondertes, ſo verhält ſich dieſe letztere gegen ſie nur leidend (paſſiva eſt et iners). Sie folgt blos den Eindrücken der Kräfte, und thut für ſich nichts, als daß ſie in dem Zuſtand bleibt, in den jene ſie verſetzen. Dieſes hat die Benennung der **Trägheit** veranlaſſet.

Wenn man bey dieſem richtigen Begriffe ſtehen bleibt, den auſſerdem auch **Stewart** (Some remarks on the laws of motion and the inertia of matter in den Edinburgh. Eſſays. Vol. I. p. 70.) und **Leopold Hermann** (Comment. de inertia. Halæ. 1774. 4.) erläutert haben, ſo entſcheiden ſich viele über die vermeinte Kraft der Trägheit ſonſt aufgeworfene Fragen und geführte Streitigkeiten von ſelbſt. **Nollet** und **Briſſon** beweiſen, daß die Kraft der Trägheit (da man z. B. Gewalt anwenden muß, eine Kugel, die an einem Faden hängt, zu bewegen) nicht vom Widerſtande der Luft herrühre, 1. weil ſie auch im luftleeren Raume ſtatt findet, 2. weil Widerſtand der Luft ſelbſt Trägheit vorausſetzt, 3. weil ſich die Trägheit nicht, wie die Oberfläche, verhält. Es iſt wohl unnöthig, dieſe Beweiſe hier auszuführen. Andere, z. B. **Gordon** (Phyſicæ experiment. elementa. Erf. 1751. 8. Tom. I. p. 42.), **Kratzenſtein** (Diſſ. Amolitio vis inertiae et vis repulſivae. Havn. 1770. 8.) halten die Kraft der Trägheit für einerley mit der Schwere. Hiegegen darf man nur bemerken, daß das Gewicht einer Kugel, die am Faden hängt, oder auf einer wagrechten Ebne ruht, ganz vom Faden oder der Ebne getragen wird, mithin als Null anzuſehen iſt. Wer alſo Kraft anwendet, dieſe Kugel zu bewegen, hat es gar nicht mit ihrer Schwere zu thun: er verwendet ſeine Kraft auf Erzeugung einer Bewegung.

D. Franklin (On the vis inertiæ of matter in a letter to Mr. Baxter in *Benj. Franklin's* Political, miſcellaneous and philoſophical pieces. London, 1779. 4. p. 479.) hält die Kraft der Trägheit für ein Unding, weil alles eben ſo erfolgen müſte, wie jetzt, wenn man auch keine beſondere Kraft in den Körpern annähme. Hier iſt offenbar,

daß dieſer große Phyſiker nur ſeinen eignen unrichtigen Begrif, nicht das Phänomen der Trägheit ſelbſt, beſtreitet.

Aus dem richtigen Begriffe folgt auch leicht, daß ſich die Trägheit, wie die Menge der Maſſe, verhalte. Das heißt nemlich: In einem Körper von doppelter, dreyfacher Maſſe ꝛc. eben ſo viel Aenderung des Zuſtands hervorzubringen, iſt doppelt, dreymal ſo viel Kraft ꝛc. nöthig, als in einem Körper von einfacher Maſſe ein gleiches zu thun. Das iſt nun ganz natürlich, da wir keine andere, als träge Maſſe, kennen, alſo die doppelte Maſſe ſo viel ausmacht, als zween Körper, deren jeder die einfache Kraft erfordert u. ſ. w. Daher kömmt es auch, daß man den Mittelpunkt der Maſſe da Mittelpunkt der Trägheit nennt, wo blos von träger, nicht von ſchwerer, Maſſe die Rede iſt, ſ. **Mittelpunkt der Maſſe.**

Bey dem allen iſt doch die ganze Sache nur allgemeines Phänomen, und mehr als dieſes muß man nie darinn ſuchen. Wir betrachten freylich die Kräfte als abgeſondert von der Materie, und in dieſer Betrachtungsart werden jene der thätige Theil, ſo wie dieſe der leidende indifferente, träge wird. Aber wer kan wohl behaupten, daß in der wirklichen Welt alle Kräfte völlig auſſerhalb der Materie liegen, vorzüglich bey den Bewegungen der thieriſchen Körper, und bey ſo vielen andern, die durch Anziehung, Verwandtſchaft u. dergl. veranlaßt werden? Man geht weit über die Grenzen der Phyſik hinaus, wenn man einen ſo kühnen Ausſpruch wagen will, ſ. **Körper** (Th. II. S. 781). Auf der andern Seite giebt es Metaphyſiker, die alle Kräfte in der **Materie** ſuchen, ſ. **Materie** (Th. III. S. 153 u. f.). Uns, die wir dies alles unentſchieden laſſen, müſſen doch beyde Partheyen zugeben, daß zu jeder Aenderung des Zuſtands eine Urſache gehöre, ſie finde nun in oder auſſer dem Körper ſtatt. Sobald wir dieſe Urſache abſondern, bleibt die Vorſtellung des trägen **Körpers** zurück, und mehr als dieſes wollen wir mit der ganzen Lehre von Kraft und Trägheit nicht ſagen.

Euler (Enodatio quaeſtionis, utrum materiae facultas cogitandi tribui poſſit, nec ne; in Opuſc. var. arg. To.

I. Berol. 1746. 4. p. 277. ſqq.) will aus der Kraft der Trägheit, die dem zur Denkkraft gehörigen Vermögen, ſeinen Zuſtand unaufhörlich zu ändern, gerade entgegengeſetzt ſey, erweiſen, Gott ſelbſt könne der Materie keine Denkkraft verleihen. Der Materialiſt möchte dagegen wohl einwenden, aus dem richtigen Begriffe von Trägheit folge gar nicht, daß alle Materie ſchlechterdings und ihrem Weſen nach kraftlos ſeyn müſſe, ob es gleich verſtattet ſey, ſich dieſelbe ſo vorzuſtellen. Auch bedeutet das Wort Zuſtand beym denkenden Subjecte gewiß etwas anders, als was hier beym bewegten oder ruhenden Körper darunter verſtanden wird. Zum Glück können wir die tröſtende Hofnung unſerer Unſterblichkeit auf weit feſtere Stützen gründen, als ihr dieſer übertriebne Begrif von Trägheit der Materie gewähren würde.

Prieſtley, durch eben dieſen falſchen Begrif verleitet, glaubt, man ſchände die Materie, wenn man ſie träg ſchelte, und ſucht ſie zu veredeln, indem er ihr Trägheit und Undurchdringlichkeit abſpricht. Herr de Lüc aber zeigt ihm, daß ſeine aus lauter Kräften und Wirkungskreiſen zuſammengeſetzte Materie, im wahren Sinne des Worts, dennoch wieder träg ſeyn würde; wobey doch auch de Lüc nicht läugnet, daß in der Materie vielleicht mehr liege, als wir mit unſern Sinnen darinn wahrzunehmen vermögen, ſ. **Materie** (Th. III. S. 155. 156).

Käſtner Anfangsgründe der höhern Mechanik, I. Abſchn. Cap. 2.

Errleben Anfangsgr. der Naturlehre. 4te Auflage, durch Lichtenberg, §. 53 — 58.

Briſſon Dict. raiſonné de Phyſique. Art. *Force d'inertie.*

Tribometer, ſ. **Reiben** (Th. III. S. 696.)

Trichter, magiſcher, ſ. **Zaubertrichter.**

Trocken, Siccum, *Sec.* Man nennt feſte Körper trocken, wenn ſich wenig oder gar keine Feuchtigkeit in ihren Zwiſchenräumen aufhält, oder an ihre Oberfläche anhängt, ſ. **Feucht, Feuchtigkeit, Adhäſion.** Es wird alſo das **Trokne** dem **Feuchten** oder **Naſſen** entgegengeſetzt.

Wenn man feuchte Körper der Wärme oder freyen Luft ausſetzt, ſo verdünſtet ihre Feuchtigkeit, und ſie werden troken. So kan man auch Körper trocken machen, indem man ſie mit andern in Berührung bringt, die ihre Feuchtigkeit in ſich nehmen. Alle dieſe Operationen nennet man das **Trocknen, Abtrocknen, Austrocknen** (ſiccare, exſiccare, *ſécher, deſſécher.*).

Man nennt auch wohl flüßige Materien **trocken**, wenn ſie kein Waſſer enthalten, oder wenigſtens nicht geneigt ſind, das in ihnen enthaltene den Subſtanzen, die ſie berühren, mitzutheilen. In dieſem Sinne wird die Luft **trocken** genannt, wenn ſie keine Feuchtigkeit enthält, oder dem Hygrometer keine mittheilt. Von den Mitteln, die Luft auszutrocknen, ſ. den Art. **Hygrometer**.

Trockenheit (ſiccitas, *ſéchereſſe*) iſt der Zuſtand des trocknen Körpers. Man ſieht leicht, daß eben derſelbe Körper durch zufällige Umſtände bald trocken, bald feucht werden kan, ohne weſentliche Aenderung ſeiner Subſtanz. So trocknet die Kälte alle Körper, indem ſie ihrer Feuchtigkeit den flüßigen Zuſtand raubt; die Wärme hingegen trocknet, indem ſie dieſe Feuchtigkeit zum Verdünſten bringt. Trockenheit iſt blos Abweſenheit des Feuchten oder Flüßigen, und beruht keinesweges auf einem eignen trocknen Princip, dergleichen die ältern Chymiker in der elementariſchen Erde ſuchten. Ein Beyſpiel eines hieraus entſtandenen Irrthums findet man beym Worte **Phlogiſton** (Th. III. S. 463).

Bey Betrachtung der Erdfläche wird das **Trockne** dem mit Waſſer bedeckten Theile, d. i. dem Meere und den Seen, entgegengeſetzt.

Tropfbare Flüßigkeiten, ſ. **Flüßig**.

Tropfen, Guttae, *Gouttes*. Wenn einzelne vom Ganzen abgeſonderte Theile einer flüßigen Materie ſich in einem Mittel befinden, an das ſie keine oder wenigſtens keine ſtarke Adhäſion haben, ſo nehmen ſie eine kugelrunde Geſtalt an, und führen unter derſelben den Namen der **Tropfen**. So verhalten ſich die Theile des Waſſers,

Weingeiſts, Queckſilbers u. ſ. w. in der Luft, durch die ſie fallen, die Theile des Oels im Waſſer, durch das ſie aufſteigen u. ſ. w.

Man ſchrieb ehedem die Kugelgeſtalt der Tropfen dem Drucke der Luft zu, der auf abgeſonderte Theile flüßiger Materien ringsum mit gleicher Stärke wirke. Als man aber fand, daß alle Phänomene der Tropfen auch in luftleeren Räumen ſtatt finden, ſetzte man dafür den Druck der ſubtilen Materie oder des Aethers. Weit richtiger ſieht **Newton** die Erſcheinungen der Tropfen als Phänomene der Attraction an, durch welche die Theile der flüßigen Materien zuſammenhängen. Er ſagt hievon in ſeinen der Optik beygefügten Fragen (Opt. Qu. 23. p. m. 338): „*Guttae* corporis cujusque fluidi, ut *figuram globoſam* induere conentur, facit mutua partium ſuarum *Attractio*; eodem modo, quo Terra Mariaque in rotunditatem undique conglobantur, partium ſuarum Attractione mutua, quae eſt Gravitas.“ Doch ſoll hierinn keine Cauſalerklärung liegen. Newton will nur ſo viel ſagen, die Urſache der Tropfengeſtalt ſey einerley mit der Urſache des Zuſammenhangs, deren Natur übrigens unbekannt iſt.

Vorſtellen kan man ſich allerdings, als ob alle Theile einander gleich ſtark anzögen. Unter dieſer Vorſtellung iſt die Kugelgeſtalt die einzige, in welcher die Theile in einem vollkommnen Gleichgewichte ſeyn können. Sobald andere Kräfte ſtärker wirken, als dieſe Anziehung oder Cohäſionskraft, wird der Tropfen zertrennt oder ſeine Geſtalt geändert. Wenn eine große Maſſe Waſſer durch die Luft herabfällt, ſo zertheilt ſie ſich von ſelbſt in lauter Tropfen, weil jeder Theil, deſſen Gewicht ſtärker iſt, als ſein Zuſammenhang mit den übrigen, ſich losreißt und einen eignen Tropfen bildet.

Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. To. I. §. 1018. ſqq.) erzählt eine Menge ſchöner Verſuche über die Tropfen. Er bildete Tropfen, indem er flüßige Materien durch einen gläſernen Trichter, der ſich in ein Haarröhrchen endigte, auf untergelegte wagrechte Flächen langſam herabfallen ließ.

Die Durchmeſſer und Höhen der Tropfen maß er durch ein eignes Werkzeug.

Tropfen, die auf einer wagrechten Fläche liegen, werden durch ihr Gewicht und durch die Adhäſion an dieſe Fläche am untern Theile platt. Waſſertropfen von 1 Lin. Durchmeſſer auf polirtem Eiſen nahmen die Geſtalt einer Halbkugel an, noch mehr zerfloßen ſie auf Elfenbein, Guajakholz und Buxbaum, am meiſten auf Queckſilber und Glas. Auf dem wolligten Ueberzuge der Blätter hingegen bleiben die Tropfen faſt völlig rund, wie man am Thaue ſieht. Auch auf glühendem oder ſehr heiſſem Eiſen bleiben die Tropfen rund, und ſpringen von einer Stelle zur andern, bis ſie ganz verdampft ſind.

Kleine Queckſilbertropfen ſind faſt auf allen glatten Flächen ſehr träg, und fallen nicht herab, wenn man gleich die Unterlage umkehrt. In dieſer Stellung kan man auch ſehr deutlich ſehen, wie ſie an der Fläche platt ſind, und wie ſtark das Gewicht dieſer kleinen Tropfen von der Kraft des Anhängens übertroffen wird. Die gröſten Queckſilbertropfen, welche Muſſchenbroek bilden konnte, waren von $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer; dieſe wurden aber durch ihr eignes Gewicht ſo platt gedrückt, daß ihre Höhe nie über 0,15 Zoll betrug. Kleine Tropfen von $\frac{1}{100}$ Zoll Durchmeſſer behielten beynahe völlig ihre Kugelgeſtalt, ob ſie gleich am Buxbaum- Guajak- Granadillenholz u. dergl. ſo feſt hiengen, daß ſie auch beym völligen Umkehren nicht herabfielen.

Tropfen wäſſerigter oder öligter Liquoren, die von einem feſten Körper herabhängen, ſind am untern Theile rund. Solche Tropfen an Glasgefäßen können eine beträchtliche Größe und Länge erreichen, und die Geſtalt eines Cylinders annehmen, der ſich unten in eine Halbkugel endigt: nicht als ob die anziehende Kraft des Glaſes ſich auf die ganze Länge des Tropfens erſtreckte, ſondern weil die Waſſertheile einander ſelbſt anziehen, alſo die untern von den obern, dieſe aber vom Glaſe, an dem ſie anhängen, gehalten werden. Iſt das Gewicht des Tropfens größer, als die Summe aller ziehenden Kräfte in einer gewiſſen Länge, ſo fängt ſich daſelbſt an ein dünner Hals zu bilden, und

der untere Theil des Tropfens trennt ſich von dem obern, der am Glaſe anhängt, ſo daß niemals der ganze Tropfen, ſondern nur ein Theil deſſelben, vom Glaſe abfällt.

Wenn zween Tropfen von einerley Flüßigkeit auf einer reinen Oberfläche, von der ſie wenig gezogen werden, zur Berührung kommen, ſo fließen ſie augenblicklich in einen einzigen Tropfen zuſammen. Am deutlichſten ſieht man dieſes an kleinen ſehr reinen Queckſilbertropfen auf reinem glatten Papier oder auf einem Glasſpiegel. Wenn aber mehrere Tropfen Waſſer oder Weingeiſt auf Glas neben einander liegen, und einer davon nach und nach bis zur Berührung mit den andern vergrößert wird, ſo vereinigen ſie ſich zwar auch, aber nicht ſo vollkommen; ſie bilden vielmehr eine längliche Figur, die in der Mitte einen ſchmalen Hals behält. Dies kömmt daher, weil die Waſſertheile, welche das Glas zuerſt benetzt haben, an demſelben ſo ſtark anhängen, daß ſie von den zuſammenfließenden Theilen der Tropfen nicht losgeriſſen werden können; daher ſich der neue Tropfen an den einmal benetzten Stellen des Glaſes weiter verbreitet, als in der Mitte, wo das Glas vorher noch trocken war. Tropfen von geſchmolzenem Zinn, Bley, Wismuth u. dergl. auf heiſſem Eiſen verhalten ſich, wie Queckſilbertropfen auf Glas.

Auch dieſes Zuſammenfließen der Tropfen hat man aus dem Drucke der Luft erklären wollen. Die Ausflüße aus dem einen Tropfen ſollten wegen der ähnlichen Geſtalt der Poren ſehr häufig in den andern eindringen und die zwiſchen beyden befindliche Luft aus der Stelle treiben, daher der Seitendruck der umliegenden Luft die Tropfen zuſammentriebe. Aber die Ausflüße, welche die Luft vertreiben ſollen, ſind doch nur erdichtet, und alles erfolgt im luftleeren Raume genau ſo, wie im luftvollen. Mit eben ſo wenig Glück hat man nachher den Aether an die Stelle der Luft zu ſetzen geſucht. Dieſer würde die Tropfen durchdringen, alſo nicht zuſammentreiben. Die Gelehrten würden, wie Muſſchenbroek ſehr richtig ſagt, ſolche Erklärungen gar nicht erdacht haben, wenn ſie ſich die Mühe genommen hätten, die Verſuche ſelbſt anzuſtellen. Dieſe zeigen ſehr deut-

lich, daß es hiebey auf die Beſchaffenheit der Materien und auf eben die Urſachen ankomme, welche die Cohäſion der flüßigen Körper unter einander ſelbſt, und ihre Adhäſion an feſte, bewirken.

Noch mehr Verſuche über die Geſtalten der Tropfen hat Herr **von Segner** (Comm. Soc. Gotting. To. I. p. 301.) mitgetheilt.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. I. §. 1018 — 1020.

Tropikus, ſ. **Wendekreiſe.**

Tropiſches Jahr, ſ. **Jahr.**

Turmalin, Turnamal, Trip, Aſchenzieher, Aſchentrecker, elektriſcher Stangenſchörl, zeyloniſcher Magnet,

Turmalinum, Lapis electricus, *La Tourmaline.* Ein harter halbdurchſichtiger, am gewöhnlichſten dunkelbrauner, inwendig glänzender Stein, von muſchlichtem Bruche mit vielen gleichlaufenden Queerſprüngen, der ſich theils in gemeiner Geſtalt in ſtenglichten abgeſonderten Stücken, theils in drey- oder neunſeitigen, oft der Länge nach geſtreiften, Prismen findet, und die beſondere Eigenſchaft hat, durch Erwärmung und Erkältung nach gewiſſen eignen Geſetzen ſtark elektriſch zu werden.

Die Alten erwähnen einige Steine, welche erwärmt oder gerieben leichte Körper anziehen. Dahin gehört das Lyncurium des **Theophraſt** (De lapidibus ed. *Heinſii.* Lugd. Bat. 1613. fol. p. 395.), das man ſchon bey den Römern nicht mehr kannte (*Plin.* H. N. XXXVII. 3.), der Theamedes, der nach dem **Plinius** (XXXVI. 16.) alles Eiſen abſtoßen ſoll, und eine Art des Carbunculus, die nach eben dieſem Schriftſteller (XXXVII. 7.) von der Sonne erwärmt oder mit den Fingern gerieben, Spreu und Papierſpäne anzieht. Auch der Araber **Serapion** (De ſimplicibus medicinis) gedenkt eines aus dem Orient kommenden Steines (Hager Albuzedi), der an den Haaren gerieben, Spreu anziehe, und der Beſchreibung nach zu den Hyacinthen zu gehören ſcheint. Ob aber dieſe Steine mit dem Turmalin übereinkommen, iſt um ſo weniger zu ent-

ſcheiden, da an den meiſten Edelſteinen elektriſche Erſcheinungen wahrgenommen werden.

Die erſte Nachricht vom Turmalin findet Herr **Beckmann** in einem längſt vergeſſenen Buche (Curiöſe Speculationes bey Schlaf-loſen Nächten — von einem Liebhaber, der Jmmer Gern Speculirt. Chemnitz und Leipzig, 1707. 8.), deſſen Verfaſſer meldet, ihm ſey von Herrn Daumius, Stabs-Medicus bey der königl. Polniſch. und Churf. Sächſ. am Rhein ſtehenden Miliz erzählt worden, „daß anno „1703 die Holländer einen aus Oſtindien von Zeylon kom„menden Edelſtein, Turmalin oder Turmale, auch Trip „genannt, zum erſtenmal nach Holland gebracht hätten, „welcher die Eigenſchaft habe, daß er die Turff-Aſche auf „der heiſſen oder glühenden Turff-Kohle nicht allein, wie „ein Magnet das Eiſen, an ſich ziehe, ſondern auch ſolche „Aſche zu gleicher Zeit wieder von ſich ſtoße — und wür„de er deswegen von den Holländern **Aſchentrecker** ge„nannt; die Couleur ſey Pomeranzenroth mit Feuerfarbe „erhöht.“ Auch findet Herr **Beckmann** in dem Verzeichniße der 1711 zu Leiden verkauften Naturalienſammlung des berühmten Botanikers **Paul Hermann** (Catalogus muſei Indici — collecti a *P. Hermanno*. Lugd. Bat. p. 30.) unter den Edelſteinen: Chryſolithus Turmale Zeylon. angegeben.

Lemery zeigte der pariſer Akademie 1717 einen ſolchen Stein aus Zeylon vor, der in ihren Schriften von dieſem Jahre als ein kleiner Magnet bekannt gemacht ward, welcher ſich von den gewöhnlichen Magneten nur dadurch unterſcheide, daß er einen und ebendenſelben Körper zuerſt anziehe und hernach abſtoße. Zufolge dieſer Nachricht, welche nicht einmal die nöthige Erwärmung dieſes Steins erwähnt, hielt man ſeine Wirkung für magnetiſch, und nannte ihn den **zeyloniſchen Magnet** (ſ. *v. Muſſchenbroek* Diſſ. de magnete. Lugd. Bat. 1729. 4. in præf.). Jn dem bekannten Naturlexicon, welches ſo oft mit **Hübners** Vorrede gedruckt iſt, findet ſich der Artikel **Trip** ſchon in der Ausgabe von 1727; und die Vermehrungen deſſelben in der von 1741 zeigen, daß ſchon damals deutſche Natur-

forſcher Verſuche mit dieſem Steine müſſen angeſtellt haben.

Linné (Flora Zeylonica. Holm. 1747. 8. p. 8.) iſt der erſte, der dem Turmalin den Namen: Lapis electricus beylegt, und dadurch die wahre Urſache ſeiner Erſcheinungen angiebt. Dies war inzwiſchen nur eine Muthmaßung von Linné, welcher damals noch keinen Turmalin geſehen hatte.

Erſt die Herren **Aepinus** und **Wilke** brachten bey ihren in Berlin angeſtellten Unterſuchungen über die entgegengeſetzten Elektricitäten dieſe Muthmaßung zur völligen Gewißheit, und entdeckten die beſondern Geſetze der Elektricität des Turmalins. **Wilke** (Geſch. des Turmalins, in den ſchwed. Abhdl. d. deutſch. Ueb. XXVIII. B. S. 95. XXX. B. S. 1 u. 105.) hat das hieher gehörige im Zuſammenhange vorgetragen; **Aepinus** machte die Entdeckung zuerſt bekannt (Mém de l'Acad. de Berl. 1756. p. 110.) und ließ in der Folge die darüber gewechſelten Schriften zuſammendrucken (Recueil de differens memoires ſur la Tourmaline, publié par *Aepinus.* à St. Petersb. 1762. 8).

Die Eigenſchaften des Turmalins in Abſicht auf die Elektricität ſind folgende.

1.) So lang er in einerley Grade der Wärme erhalten wird, zeigt er keine elektriſchen Erſcheinungen. Er wird aber elektriſch, ſowohl durch Erwärmung, als durch Erkältung, und zwar durch erſtere ſtärker, als durch letztere: am ſtärkſten in ſiedendem Waſſer.

2.) Dieſe Elektricität zeigt ſich in der Gegend zweener entgegengeſetzten Punkte, die man ſeine **Pole** nennen kan. Dieſe liegen in gerader Linie mit dem Mittelpunkte des Steins, in der Richtung ſeiner Blätter oder Streifen, nach der er auch vollkommen unburchſichtig iſt.

3.) Während der Erwärmung iſt eine Seite von ihm A poſitiv, die andere B negativ elektriſch. Während der Erkältung iſt A negativ, und B poſitiv elektriſch. Erwärmt man die eine Seite, indem man die andere erkältet, ſo zeigen beyde einerley Elektricität; und wenn nur eine Seite

allein ihre Temperatur verändert, ſo zeigt ſich auch die Elektricität nur an dieſer Seite.

4.) Wird er erwärmt und nachher wieder abgekühlt, ohne daß eine ſeiner Seiten berührt wird, ſo iſt A poſitiv, B negativ, die ganze Zeit der Erwärmung und Abkühlung hindurch.

5.) Durch Reiben ohne Erwärmung kan man jeder ſeiner Seiten, auch beyden zugleich, poſitive Elektricität geben.

6.) Wird er auf einem iſolirten Körper erwärmt oder erkältet, ſo erhält dieſer Körper die entgegengeſetzte Elektricität von derjenigen, die ſich in der darauf ruhenden Seite des Steins befindet.

7.) Wenn der Turmalin beym Erwärmen oder Erkälten andere Subſtanzen berührt, ſo kan ſich die Elektricität ſeiner Seiten in die entgegengeſetzte verwandeln. Wird er z. B. in der Hand erwärmt, ſo wird diejenige Seite negativ, welche in freyer Luft poſitiv würde geworden ſeyn, die andere aber poſitiv.

8.) Wird ein Turmalin in mehrere Stücken zerſchnitten, ſo hat jedes Stück ſeinen poſitiven und negativen Pol, jeden nach der poſitiven oder negativen Seite des Ganzen zu, aus welchem es geſchnitten iſt.

9.) Dieſe Eigenſchaften zeigen ſich auch im luftleeren Raume, aber nicht ſo ſtark, als an der Luft.

10.) Wird der Stein mit einer nichtleitenden Subſtanz, als Siegellack, Oel ꝛc. überzogen, ſo zeigt er doch mehrentheils auch unter dieſer Bekleidung noch die vorigen Erſcheinungen.

Der Herzog von **Noya Caraffa** (Lettre ſur la Tourmaline à Mr. de *Buffon*. à Paris, 1759. 4.), welcher um eben dieſe Zeit mit Daubenton und Adanſon ſchätzbare Verſuche über den Turmalin angeſtellt hatte, nahm die Elektricitäten beyder Seiten nicht für entgegengeſetzt, ſondern nur eine für ſtärker, als die andere, an, beſtätigte aber im übrigen alle von Aepinus angegebne Geſetze und beſtimmte die Weiten, in welchen verſchiedne leichte Körper angezogen wurden, in einer Tabelle, die auch **Muſ-**

ſchenbroek (Introd. in phil. nat. To. I. §. 895.) mittheilt.

Die engliſchen Naturforſcher erhielten die erſten Turmaline aus Holland durch die Beſorgung des Herrn Heberden. **Wilſon** (Philoſ. Trans. Vol. LI. P. I. p. 308.) fand durch ſeine Verſuche eben die Reſultate, wie Aepinus; nur wegen des bey 7. angeführten widerſprach er dem letztern, und behauptete, ein auf beyden Seiten ungleich erhitzter Turmalin zeige allezeit an beyden diejenige Elektricität, welche der ſtärker erhitzten Seite zugehöre. Auch iſt das bey 2. von der Lage der Pole, und das bey 10. angeführte ganz **Wilſons** Entdeckung. **Canton** (Philoſ. Trans. Vol. LII. P. II. p. 443.) gab endlich den Geſetzen 3. 4. 5. ihre richtige und feſte Beſtimmung, indem er zuerſt die hiebey ſo wichtige Entdeckung machte, daß dieſer Stein die elektriſchen Erſcheinungen nicht in ſo fern zeigt, als er heiß oder kalt iſt, ſondern in ſo fern, als ſich ſeine Wärme oder Kälte ändert.

Noch eine Anzahl verſchiedener Verſuche mit Turmalinen finden ſich beym **Prieſtley** (Geſchichte der Elektricität der deutſch. Ueberſ. S. 456 u. f.), **Wilke** (ſchwed. Abhdl. a. a. O.) **Bergmann** (Comm. de indole electrica Turmalini in Phil. Trans. Vol. LVI. p. 236 u. ſchwed. Abhdl. B. XXVIII.). **Canton** und **Wilke** haben auch Licht dabey geſehen; der letztere brachte ſogar kniſternde Funken hervor. Eine elektriſirte Glasröhre zieht den Stein an, ſtößt ihn aber nicht wieder ab. Das Glas theilt ihm keine Elektricität mit, nimmt aber auch von ihm keine an. Zween elektriſirte Turmaline ziehen einander an, und bleiben mit den entgegengeſetzten Seiten an einander hängen. In dieſem Zuſtande werden beyde vereinigt von einem elektriſirten Glaſe angezogen, und darauf wieder abgeſtoßen; beyde Turmaline aber bleiben an einander. Alles dieſes iſt den Geſetzen der elektriſchen Wirkungskreiſe vollkommen gemäß.

Durch einen Schlag oder Stoß laſſen ſich die Elektricitäten beyder Seiten nicht vereinigen. Die Erſcheinungen hören zwar auf, ſo lange beyde Belegungen durch Leiter ver-

bunden ſind; ſie kommen aber wieder, ſobald man die Verbindung aufhebt, wenn nur die Erwärmung oder Erkältung fortdauert. Es ſcheint alſo beym Turmalin mehr Vertheilung, als Mittheilung, ſtatt zu finden, und hierinn ſind ſeine Erſcheinungen den magnetiſchen ähnlich, ſ. **Magnet** (Th. III. S. 101).

Die neuern Chymiſten und Mineralogen haben uns nun auch den Stein ſelbſt beſſer kennen gelehrt. **Bergmann** (De terra turmalini in Opuſc. phyſ. chem. II. p. 118.), **Rinmann** (ſchwed. Abhdl. B. XXVII. S. 45 u. 109 u. f.), **Gerhard** (Nouv. mém. de Berlin. 1777. n. 2.) fanden, daß er gröſtentheils aus Thon- und Kieſelerde, mit einem geringen Zuſatz von Kalkerde und Eiſenkalk beſteht, und alſo dem Schörl ähnlich, oder vielmehr eine Gattung des letztern iſt. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt ohngefähr dreymal größer, als das Gewicht des Waſſers: er iſt ſehr ſtrengflüßig und ſchmelzt erſt bey heftiger und anhaltender Hitze vor dem Löthrohre zu einer ſchwammigen Schlacke, löſt ſich aber auch in mineraliſchem Laugenſalze, Phosphorſäure und Borax auf. Er unterſcheidet ſich von dem gemeinen Stangenſchörl durch eine größere Härte, in der er ohngefähr dem Chryſolith gleich kömmt.

Man findet Turmaline oder elektriſche Schörle an mehrern Orten. Schon **Rinmann** führt an, daß ſie in Braſilien, Kaſtilien, auf Isle de France, in Grönland, Norwegen, Schweden, auf dem uraliſchen und nertſchinskiſchen Gebirge in Sibirien ꝛc. angetroffen werden. In Deutſchland fand man ſie zuerſt in Tyrol (ſ. **Müllers** Nachricht von den in Tyrol entdeckten Turmalinen oder Aſchenziehern. Wien, 1779. gr. 4.), nachher im ſächſiſchen Erzgebirge bey Freyberg, Annaberg, Ehrenfriedersdorf (ſ. **Werners** Ueberſ. von Cronſtedts Mineralogie, I. B. S. 170. ingl. **Hofmann** im bergmänniſchen Journal 1788. I. St. S. 258.), und in Salzburg (ſ. v. **Moll** oberdeutſche Beyträge zur Naturlehre und Oekonomie für 1787. Salzburg, 1787. 8. S. 49). Die Herren de **Sauſſure** und **Girtanner** (ſ. Crells chem. Annal. 1785. I. St. S. 269. 1786. I. St. S. 522. 530.) haben deren auch in

der Schweiz auf der Grimſel und am Gotthard gefunden.

Man hat die meiſten der angeführten Eigenſchaften, die man ſonſt für etwas dem Turmalin allein eignes hielt, nachher an noch mehrern Edelſteinen wahrgenommen. **Canton** fand ſie im Jahre 1760 zuerſt an dem braſilianiſchen Topas, **Wilſon** 1761 an andern Edelſteinen von verſchiedener Größe und Farbe, die an Härte und Glanz faſt dem Topas gleich kamen, an Farbe aber meiſtens gelb oder roth waren, ſo daß die ſchönſten mit dem Rubin Aehnlichkeit hatten. **Wilſon** fand auch einen Stein, der ihm unter dem Namen eines braſilianiſchen Smaragds zugeſchickt war, der aber wie gemeines grünes Glas ausſahe und der Länge nach Streifen hatte, von völlig gleicher Eigenſchaft mit dem Turmalin. Mit dieſem Steine hat **Aepinus**, der ihn für einen Chryſolith hielt, viele Verſuche angeſtellt (Deſcriptio nov. phaenom. electr. detecti in Chryſolitho, ſive Smaragdo Braſilienſi in Nov. Comm. Acad. Petrop. To. XII. p. 351 — 355). So fand auch **Wilſon** dieſe Eigenſchaften an andern grünen Edelſteinen aus Südamerika, die er von Herrn **Mendez d'Acoſta** erhalten hatte, und welche aus langen dünnen in einander ſteckenden Kryſtallen beſtanden (Phil. Trans. Vol. LII. P. II. S. 443.). Es ſind alſo nicht alle Steine, welche dieſe elektriſche Eigenſchaften zeigen, zu einerley Claſſe zu rechnen; daher kömmt es, daß die Beſchreibungen der äuſſern Kennzeichen der Turmaline ſo verſchieden ausgefallen ſind, und daß manche dieſen Stein als Schörl zu den Thonarten, andere als Hyacinth, Chryſolith, Smaragd ꝛc. zu den Kieſelarten gerechnet haben.

Beckmann Beyträge zur Geſchichte der Erfindungen. Erſter Band, Leipz. 1782. 8. 2. St. Num. 5. S. 241 u. f.

Prieſtley Geſch. der Elektricität durch **Krünitz**. S. 198 u. f.

Cavallo Vollſtändige Abhandl. der Lehre von der Elektricität, aus dem engliſchen. Dritte Auflage. Leipzig. 1785. gr. 8. S. 26.

Gmelin Grundriß der Mineralogie. Göttingen, 1790. 8. S. 203 u. f.

Typhon, Typho, *Typhon*. Man bezeichnet mit dieſem Namen einen heftigen Sturm- oder Wirbelwind, der ſich ſchnell durch alle Weltgegenden dreht, bisweilen ſenkrecht von oben herab zu kommen ſcheint, und die ſchrecklichſten Verwüſtungen anzurichten fähig iſt. Plinius (H. N. XX. 48.) überſetzt das griechiſche Wort durch Vortex. Stürme von dieſer Art ſind vorzüglich im indiſchen Ocean bey Siam, China, Japan in den Sommermonaten häufig, und ſcheinen durch das Zuſammenſtoßen zweener entgegengeſetzten Winde, oder durch den Stoß eines heftigen Windes gegen irgend ein Hinderniß zu entſtehen.

U.

Umdrehung, Umwälzung, Rotation, umdrehende Bewegung, Rotatio, Motus rotatorius ſ. gyratorius, ***Rotation, Mouvement de rotation.*** Wenn ſich ein Körper ſo bewegt, daß eine gewiſſe gerade Linie in ihm in Ruhe bleibt, ſeine übrigen Punkte aber Kreiſe um Punkte in dieſer Linie beſchreiben, ſo nennt man dieſe Bewegung eine **Umdrehung**, die ruhende gerade Linie die **Axe der Umdrehung** (axis rotationis ſ. gyrationis) und die Punkte, in welchen dieſe Axe die Oberfläche des Körpers ſchneidet, **Pole der Umdrehung**. So dreht ſich Taf. XXV. Fig. 59. der Kreiſel CDA, von der wagrechten Fläche EAF getragen, um die ruhende Axe BA dergeſtalt, daß jeder Punkt deſſelben, wie G, um einen Punkt I der Axe einen Kreis GH beſchreibt, welcher den ſenkrechten Abſtand des Punkts von der Axe, oder GI, zum Halbmeſſer hat. B und A ſind die Pole dieſer Umdrehung.

Die Betrachtung der Umdrehungen um Axen macht einen beſondern Abſchnitt der höhern Mechanik aus, den man beym **Euler** (Theoria motus corporum ſolidorum ſ. rigidorum. Cap. II. III. IV. p. 122. ſqq.) und **Karſten** (Lehrbegrif der geſammten Mathematik. Vierter Theil. Mechanik, IX. X. XIV. XV. Abſchnitt) abgehandlet findet.

Iſt der umgedrehte Körper eine Kugel, ſo heißt der auf der Axe lothrecht ſtehende gröſte Kreis der Aequator der **Umdrehung**. Alle Punkte der Kugel beſchreiben Kreiſe, welche mit dieſem Aequator gleichlaufend ſind, und daher **Parallelkreiſe** genannt werden; nur die in der Axe ſelbſt beſindlichen Punkte, alſo auch die Pole, ruhen. Bey Körpern von anderer Geſtalt ſind dieſe Parallelkreiſe auch vorhanden, wie CD, GH Fig. 59, nur daß ſich nicht allemal einer darunter findet, den man ſchicklich den Aequator nennen könnte; man müſte denn denjenigen wählen, der von beyden Polen gleich weit abſteht.

Im freyen Raume, wo alle Hinderniße der Bewegung wegfallen, bewirkt der directe Stoß gegen eine durchaus gleichartige Kugel blos eine fortgehende Bewegung ohne Rotation; der eccentriſche Stoß aber bringt zugleich Umdrehung um eine Axe hervor, ſ. Stoß. Beyde Bewegungen dauren im freyen Raume durch die Trägheit fort, wenn ſie einmal entſtanden ſind, ohne daß eine in die andere weitern Einfluß hat. Centralkräfte, welche die fortgehende Bewegung ändern, wirken in dieſem Falle nicht auf die Umdrehung. Wo aber Reiben und andere Hinderniße der freyen Bewegung ſtatt finden, da kan ſchon der directe Stoß zugleich Umdrehung bewirken; auch hat hier die Umdrehung in den Fortgang ſelbſt Einfluß.

Umdrehung um eine Axe bemerkt man an der Erdkugel, am Monde, der Sonne, dem Jupiter und Mars, der Venus, und vermuthet daher dergleichen auch bey den übrigen Körpern unſers Sonnenſyſtems, wo ſie ſich nicht durch unmittelbare Beobachtung zeigt. Alle Umdrehungen im Sonnenſyſtem gehen nach einerley Seite oder Richtung, nemlich nach der Ordnung der Zeichen, nach welcher auch die fortgehenden Bewegungen erfolgen; daher man ſie ſehr wahrſcheinlich von einem gemeinſchaftlichen Urſprunge, nemlich von einem eccentriſchen Stoße auf die Maſſen der Weltkörper herleitet. Da die Centralkräfte und Perturbationen in den Umdrehungen nichts ſtören, ſo erfolgen dieſe letztern mit gleichförmiger Geſchwindigkeit, wovon die 24ſtündige Umdrehung der Erde ein Beyſpiel giebt.

Durch die Umdrehung erhalten die Theile des Körpers einen Schwung oder eine Schwungkraft, welche ſie von der Axe zu entfernen ſtrebt, und wirklich entfernt, wenn die Kräfte, womit ſie zuſammenhängen, oder nach dem Mittelpunkte getrieben werden, allzugering ſind. Wirkungen dieſes Schwunges bey der Erdkugel ſind die verminderte Schwere um den Aequator und die abgeplattete Geſtalt der Erde, ſ. **Schwungkraft, Schwere der Erdkörper.**

Umfang, ſ. **Volumen.**

Umlauf, Revolutio, Circuitus, Periodus, *Revolution.* So nennt man bey Centralbewegungen den Fortgang des bewegten Körpers von einem Punkte ſeiner krummlinigten Bahn bis wieder zu ebendemſelben. Es wird alſo Bewegung in einer ſolchen Curve vorausgeſetzt, welche in ſich ſelbſt zurückgeht. So machen die Planeten und Kometen elliptiſche Umläufe um die Sonne, und die Nebenplaneten verrichten dergleichen um ihre Hauptplaneten. Das vornehmſte von der Theorie ſolcher Umläufe ſ. beym Worte **Centralbewegung.**

Bey ſcheinbaren Bewegungen wird unter dem Umlaufe ebenfalls der ſcheinbare Fortgang von einem Punkte der Bahn bis wieder zu demſelben verſtanden. So beſteht der **tägliche Umlauf** (*revolution diurne*) der Geſtirne in einer ſcheinbaren Umdrehung der ganzen Himmelskugel, wobey jedes Geſtirn einen Kreis zu beſchreiben ſcheint, und alſo einen ſcheinbaren Umlauf vollendet, indem es von einem Punkte dieſes Kreiſes bis wieder zu ebendemſelben fortgeht. Was nemlich in Abſicht auf die ganze Sphäre Umdrehung ſcheint, das ſcheint in Abſicht einzelner Punkte derſelben Umlauf in Kreiſen zu ſeyn.

Umlaufszeit, Tempus periodicum, *Tems periodique.* Die Zeit, binnen welcher ein Körper den Umlauf um einen andern, oder um den Mittelpunkt der Kräfte, einmal vollendet, ſ. **Centralbewegung** (Th. I. S. 479. S. 483.). Die Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne, und der Nebenplaneten um ihre Hauptplaneten

findet man in der dem Artikel Weltſyſtem beygefügten Tabelle.

Umſchattichte, Periſcii, *Periſciens*. Die Bewohner der kalten Zonen, welche jährlich eine gewiſſe Zeit lang einen beſtändigen Tag haben, während deſſen ihnen die Sonne gar nicht untergeht, ſ. Tag. So lange dieſer Tag dauret, durchläuft die Sonne aller 24 Stunden einen völlig ſichtbaren Tagkreis, ſo daß ſie nach und nach über alle Punkte des Horizonts zu ſtehen kömmt, und die Schatten der Körper ſich durch alle Weltgegenden drehen. Dieſer Umſtand hat die Benennung von dem griechiſchen περὶ (circum) und σκία (umbra) veranlaſſet. Die Bewohner der Pole ſelbſt ſind ein völliges Halbjahr, die Bewohner der Polarkreiſe nur einen Tag lang umſchattichtet.

Unbiegſamkeit, Steife, Inflexibilitas, Rigiditas, *Inflexibilité*, *Roideur*. Die Unfähigkeit eines feſten Körpers ſich beugen zu laſſen, d. i. Kräften, die auf ſeine Theile wirken, ſo nachzugeben, daß dadurch eine Veränderung der Geſtalt nach der Länge entſteht. Unfähigkeit einer Veränderung der Geſtalt überhaupt heißt Härte (Th. II. S. 553.); der Name Unbiegſamkeit oder Steife iſt dem beſondern Falle eigen, da von Veränderung der Lage der Theile nach derjenigen Richtung die Rede iſt, welche der Sprachgebrauch die Länge des Körpers nennt, beſonders wenn Theile, die dieſer Richtung nach vorher in geraden Linien lagen, in krumme gebracht werden, oder die Körper gebogen werden ſollen, ſ. Biegſamkeit. Unbiegſamkeit iſt alſo nur ein beſonderer Fall oder eine Gattung der Härte.

Da wir keinen vollkommen harten Körper kennen, ſo findet ſich auch an keinem eine vollkommne oder abſolute Unbiegſamkeit. So wird zwar in der Mechanik der Hebel als eine unbiegſame Verbindung dreyer Punkte angenommen; der phyſiſche Hebel aber kan nie völlig unbiegſam ſeyn. Man muß ihn nur ſo ſtark machen, daß die Kräfte, die man wirklich an ihm anbringt, zu ſchwach ſind, ihn zu beugen. Alsdann iſt ſeine relative Unbiegſamkeit eine Fol-

ge des ſtarken Zuſammenhanges ſeiner vielen Theile, den die angebrachten Kräfte nicht zu trennen vermögen.

Im Gegentheil werden in der mechaniſchen Theorie Körper für völlig biegſam angenommen, die in der Ausübung einigen Grad von Steife haben, oder der Beugung einigen Widerſtand entgegenſetzen, z. B. die Seile, auf deren Steiſe man in der praktiſchen Mechanik Rückſicht nehmen muß, ſ. Rolle (Th. III. S. 730).

Undurchdringlichkeit, Impenetrabilitas, *Impenetrabilité*. Das allgemeine Phänomen der Körper, nach welchem ſie den Raum erfüllen, d. i. verhindern, daß da, wo ein gewiſſer Körper iſt, nicht zu gleicher Zeit noch ein anderer ſeyn kan. Jeder Körper erfordert zu ſeinem Daſeyn einen Raum, den er dergeſtalt ausſchließend einnimmt, daß kein anderer Körper in ebendenſelben Raum dringen kan, ohne jenen erſt daraus vertrieben zu haben. Dieſe Wahrnehmung iſt das, was wir mit dem Namen der Undurchdringlichkeit bezeichnen, und nothwendig mit unſerm Begriffe vom Körper überhaupt verbinden. Daher rechnen die Phyſiker die Undurchdringlichkeit zu den weſentlichen Eigenſchaften deſſen, was körperlich iſt, und erfordern zum Begriffe von körperlichem Stoffe, oder von der Materie, nebſt der Ausdehnung auch noch Undurchdringlichkeit, ſ. Materie.

In allen zuſammengeſetzten Körpern aber erfüllt die ihnen zugehörige Materie den Raum nicht vollkommen, ſondern läſt leere unausgefüllte Zwiſchenräume übrig, die zum Theil fremde Materien enthalten, zum Theil auch leer bleiben können, ſ. Zwiſchenräume der Körper, Leere, zerſtreute. Die Undurchdringlichkeit derjenigen Materie, die dem Körper ſelbſt zugehört, findet alſo nur in den wirklich erfüllten Stellen ſtatt. Nur ein vollkommen dichter Körper, ohne alle Zwiſchenräume, würde an allen Stellen undurchdringlich ſeyn. Bey einem ſolchen wäre Undurchdringlichkeit mit vollkommner Dichte einerley. Aus dieſem Grunde haben einige, beſonders franzöſiſche, Schriftſteller der Undurchdringlichkeit den Namen Dichte (*Den-*

ſité, Solidité) gegeben. Da es aber unter den zuſammengeſetzten Körpern keine vollkommen dichten giebt, und man nur die Atomen für völlig dicht und an allen ihren Stellen undurchdringlich annehmen kan, ſo iſt auch nur bey den Atomen Undurchdringlichkeit, Härte und Dichte einerley: bey zuſammengeſetzten Körpern hingegen bezeichnet der Name Dichte einen ganz andern Begrif, nemlich das Verhältniß der Maſſe zum Raume, ſ. **Dicht**. Mithin iſt es unbequem und zweydeutig, Dichte für Undurchdringlichkeit überhaupt zu gebrauchen. **Muſſchenbroek** giebt der Undurchdringlichkeit den Namen Soliditas (Körperlichkeit).

Das Wort **Undurchdringlichkeit**, als allgemeines Phänomen der Materie, iſt auch noch von **Impermeabilität**, einer relativen Erſcheinung gewiſſer beſondern Körper, wohl zu unterſcheiden. **Durchdringlich** (penetrabilis) iſt kein Theil der Materie, d. h. in dem Raume, den er erfüllt, kan kein anderer zugleich ſeyn; **permeabel** aber können allerdings die zuſammengeſetzten Körper für gewiſſe fremde Materien ſeyn, die ſie durch ihre leeren Zwiſchenräume durchlaſſen, wie z. B. alle bekannte Körper für die Wärme, Leder für Queckſilber, Holz für Luft und Waſſer u. dergl. **Impermeabilität** iſt demnach die Eigenſchaft gewiſſer Körper, einige andere Materien nicht durch ihre Zwiſchenräume zu laſſen, ſo wie das Glas für die elektriſche Materie, die undurchſichtigen Körper für das Licht impermeabel ſind; wiewohl man ſich oft verſtattet, auch dieſe Eigenſchaft, welche allem Anſehen nach von der Anziehung abhängt, Undurchdringlichkeit zu nennen.

Die vom atomiſtiſchen Syſtem abgehenden Weltweiſen ſprechen den erſten Theilen der Materie die Undurchdringlichkeit (oder das Materielle überhaupt) ab, ſ. **Materie**. Welche Meinung man auch hierüber annehmen mag, ſo ändert doch dies im ſinnlichen Scheine nichts, und das Phänomen der Undurchdringlichkeit kömmt wieder zurück, ſo bald die Erſcheinung der Materie entſteht. Selbſt **Prieſtley's** aus bloßen Kräften und Wirkungskreiſen beſtehende Materie, welche dadurch veredlet ſeyn ſoll, daß man ihr die Solidität oder Undurchdringlichkeit benommen hat,

wird am Ende wieder undurchdringlich, weil ſich doch keine Kräfte und Wirkungskreiſe auf beſtimmte Stellen des Raums erſtrecken können, ohne die vorigen Kräfte und Wirkungskreiſe aus denſelben zu verdrängen, oder wenigſtens in ihnen zu verändern.

Undurchſichtig, Opacum, *Opaque*. So heißt ein Körper, wenn er das Licht nicht durchläßt, oder wenn man andere Körper durch ihn nicht ſehen kan, ſ. **Durchſichtig**.

Undurchſichtigkeit, Opacitas, *Opacité*. Die Eigenſchaft der Körper, das Licht aufzuhalten, oder demſelben keinen Durchgang zu verſtatten. Die Urſache der Durchſichtigkeit und Undurchſichtigkeit der Körper iſt ſehr räthſelhaft; ich verweiſe hierüber auf dasjenige, was bey den Worten **Durchſichtigkeit** (Th. I. S. 640.) und **Licht** (Th. II. S. 896. 898.) beygebracht iſt.

Uniſonus, ſ. **Einklang**.

Univerſum, ſ. **Welt**.

Unſchattichte, Aſcii, *Aſciens*. Die Bewohner der heiſſen Zone zwiſchen den Wendekreiſen, welchen jährlich an gewiſſen Tagen die Mittagsſonne im Scheitelpunkte ſteht, daher alsdann die Schatten lothrecht ſtehender Körper auf den Grund fallen, den die Körper ſelbſt bedecken, mithin gar keine Schatten ſichtbar ſind. Daher kommen die Benennungen, welche ſo viel als ohne Schatten bedeuten. Die Bewohner des Aequators ſelbſt ſind unſchattichte an den beyden Tagen der Nachtgleichen; die Bewohner anderer Orte ſind es an zween andern Tagen des Jahres, da die Abweichung der Sonne der geographiſchen Breite ihres Wohnorts gleich iſt. Die übrige Zeit fallen die mittäglichen Schatten an allen dieſen Orten theils nordwärts, theils ſüdwärts, daher ihre Bewohner auch Zweyſchattichte, und beym **Varenius** (Geogr. gen. To. III. c. 27. prop. 3.) Aſcii-Amphiſcii heiſſen, ſ. **Zweyſchattichte**. Die Bewohner der Wendekreiſe ſind blos am Mitta-

ge des einen Solſtitialtages unſchatticht; die übrige Zeit einſchatticht, und heiſſen deswegen beym Varenius (prop. 2.) Aſcii-Heteroſcii.

Untergang der Geſtirne, Occaſus ſiderum, *Coucher des Aſtres*. Das Hinabgehen der Geſtirne unter den Horizont des Beobachters. Man kan die Stunden des Untergangs eines jeden Geſtirns für jeden Beobachtungsort auf eine mechaniſche Art mit Hülfe der künſtlichen Himmelskugel finden, ſ. **Himmelskugel, künſtliche**. Genauer berechnet man ſie aus dem halben Tagbogen oder der halben Dauer der Sichtbarkeit, ſ. **Aſcenſionaldifferenz, Tagbogen**. Es iſt alsdann

Zeit der Culmin. + ½ Dauer der Sichtb. = Stunde des Untergangs.

So findet ſich für die Fixſterne die Stunde des Untergangs in Sternzeit, welche man nach den Anweiſungen im Artikel **Sonnenzeit**, in Sonnenzeit verwandlen kan. Für die Planeten iſt noch eine Berichtigung wegen ihrer eignen Bewegung vom nächſtvorhergehenden Mittage an, nöthig: ſie iſt aber nicht beträchtlich, auſſer beym Monde, für welchen man die ganze Rechnung noch einmal wiederholen, und dabey die Data ſo annehmen muß, wie ſie für die durch die erſte Rechnung gefundene Stunde des Untergangs gelten.

Für die Sonne iſt die Stunde des Untergangs der halben Taglänge gleich, auch die Verwandlung der Zeit unnöthig, ſ. **Aſcenſionaldifferenz**.

Da die Stralenbrechung im Horizonte alle Geſtirne etwa um 32½ Min. erhebt, ſo gehen ſie alle etwas ſpäter unter, als die Rechnung angiebt, ſ. **Stralenbrechung, aſtronomiſche**.

Unter dem Aequator der Erde gehen alle Geſtirne, und zwar ſenkrecht, unter den Polen der Erde gehen gar keine, in den zwiſchenliegenden Orten der Erde nur diejenigen unter, deren nördliche oder ſüdliche Abweichung kleiner, als die Aequatorhöhe des Orts iſt. So gehen bey uns die Ge-

ſtirne um den Nordpol, deren nördliche Abweichung $38\frac{2}{3}$ Grad und drüber beträgt, gar nicht unter.

Untergang der Geſtirne nach dem Sinne der alten Dichter, Occaſus ſiderum poëticus, *Coucher des aſtres ſelon les anciens.* Bey den alten Dichtern und Schriftſtellern vom Landbau kömmt noch die Art vor, gewiſſe Tage des Jahres durch den Auf- und Untergang der Geſtirne zu bezeichnen, deren Veranlaſſung beym Worte **Aufgang der Geſtirne** (Th. I. S. 175.) erklärt worden iſt. Man hat hiebey mit dem Worte **Untergang** hauptſächlich dreyerley Dinge bezeichnet, das Verſchwinden eines Sterns in den Sonnenſtralen, ſeinen Untergang mit Aufgang der Sonne, und ſeinen Untergang mit Untergang der Sonne (occaſus heliacus, coſmicus, acronychos).

Das Verſchwinden in den Sonnenſtralen, Occaſus heliacus, *Coucher héliaque*, ereignet ſich an dem Tage, an welchem ein Stern, der bisher von der Sonne entfernt genug geſtanden hat, um durch ihren Glanz den Augen nicht entzogen zu werden, dem aber nun die Sonne allmählig näher kömmt, ſich zum letztenmale zeigt, und in der Abenddämmerung noch eine kurze Zeit ſichtbar iſt. Mit dieſem Tage, ſagt man, **gehe er** heliace **unter.** Am folgenden nemlich wird man ihn wegen der Nähe der Sonne ſchon gar nicht mehr ſehen können.

Da Sterne erſter Größe nicht ſichtbar werden, wenn bey ihrem Untergange die Sonne nicht über 10 Grad tief unter dem Horizonte iſt, ſo findet man die Zeit des Verſchwindens eines ſolchen Sterns in den Sonnenſtralen, wenn man den Stern in den Abendhorizont der künſtlichen Himmelskugel führt, und den Punkt der Ekliptik bemerkt, der alsdann 10° tief unter dem Abendhorizonte ſteht. Der Tag des Jahres, an welchem die Sonne dieſen Punkt der Ekliptik erreicht, iſt der Tag der Verbergung des Sterns unter den Sonnenſtralen. So findet man, daß ſich z. B. der Hundsſtern für die Polhöhe von Leipzig etwa den 27 April unter die Sonnenſtralen verbirgt. Für ältere Zeiten wäre eine andere Einrichtung der künſtlichen Himmelsku-

gel nöthig, in deren Ermanglung man ſich an die Berechnung halten muß.

Der Untergang eines Sterns mit Aufgang der Sonne, Occaſus coſmicus, *Coucher coſmique* wird gefunden, wenn man auf der künſtlichen Himmelskugel den Punkt der Ekliptik ſucht, der im Morgenhorizonte ſteht, wenn der Stern im Abendhorizonte iſt. Der Tag, an welchem die Sonne dieſen Punkt erreicht, iſt der Tag des **kosmiſchen Untergangs** für den Stern. Für Leipzig geht jetzt der Hundsſtern den 17 November kosmiſch oder mit Sonnenaufgang unter.

Der Untergang mit Untergang der Sonne, Occaſus acronychos, *Coucher acronyche* fällt für Sterne, welche nahe bey der Ekliptik ſtehen, etwa 12 — 15 Tage ſpäter, als das Verſchwinden unter den Sonnenſtralen. Man findet den Tag deſſelben, wenn man den Punkt der Ekliptik ſucht, welcher mit dem Sterne zugleich in den Abendhorizont kömmt. Dieſer Punkt iſt dem, welcher dem kosmiſchen Untergange zugehört, gerade entgegengeſetzt, und es ſind daher die Tage des kosmiſchen und akronyktiſchen Untergangs ungefähr um ein halbes Jahr auseinander. So geht bey uns der Hundsſtern um den 17 May akronyktiſch oder mit der Sonne unter.

Zur Erklärung der Alten muß man hiebey auf die Polhöhen ihrer Beobachtungsorte und auf die ehemaligen Stellen der Fixſterne Rückſicht nehmen, wozu Herr Scheibel (Vollſtänd. Unterr. vom Gebrauch der künſtlichen Himmels- und Erdkugel, Breslau, 2te Auflage, 1785. 8.) Anleitung giebt.

de la Lande aſtron. Handbuch, §. 205 u. f.
Käſtner Anfangsgr. der angew. Math. Aſtron. §. 127.

Unterlage, ſ. Hypomochlium.

Uranium, Vranium. Erſt im vorigen Jahre hat Herr Aſſeſſor Klaproth in Berlin, der als einer der gröſten Chymiker unſers Vaterlandes längſt bekannt iſt, aus der Pechblende und dem grünen Glimmer, welchen Bergmann für ein ſalzſaures Kupfer hielt, ein neues bisher un-

bekanntes Metall abgeſchieden (ſ. Crells Chemiſche Annalen, 1790 I. B. S. 291). Er legte demſelben mit Anſpielung auf den in eben dieſem Jahrzehend entdeckten neuen Planeten (ſ. **Uranus**) den Namen des Uranits bey, den er nachher in **Uranium** abgeändert hat, weil die Endung des Worts Uranit mehr für Namen der Steinarten, als der Metalle, angenommen iſt. Mit der Salpeterſäure gab dieſes Metall ſehr ſchöne Kryſtallen von zeiſiggrüner Farbe in ſechsſeitigen Tafeln, wovon die gröſten ¾ Zoll lang und ¼ Zoll breit waren.

Uranus, Georgsgeſtirn, Georgenplanet, Herſchels Planet, Vranus, Georgium ſidus, *Vrane, Georgium ſidus, Planète de Herſchel.* Dieſe Namen hat man einem erſt ſeit zehn Jahren entdeckten Planeten beygelegt, der wegen ſeiner großen Entfernung von uns kaum anders, als durch Fernröhre, ſichtbar iſt.

Die wichtige Entdeckung dieſes Planeten machte Herr **Friedrich Wilhelm Herſchel** (geb. zu Hannover 1738, und im Jahr 1781 Muſikdirektor zu Bath in England) mit Hülfe der von ihm ſelbſt verfertigten vortreflichen Teleſkope, ſ. **Spiegelteleſkop.** Er war am 13 März 1781 des Abends mit Beobachtungen der Fixſterne beſchäftiget, als er durch ſein 7ſchuhiges newtoniſches Spiegelteleſkop im Thierkreiſe, zwiſchen den Hörnern des Stiers und den Füßen der Zwillinge, einen kleinen Stern gewahr ward, der ſich durch das 227mal vergrößernde Fernrohr als eine Scheibe von merklichem Durchmeſſer darſtellte. Er brachte hierauf eine 460 und eine 932malige Vergrößerung an, wodurch der Stern eine noch merklichere Scheibengeſtalt zeigte. Er beſtimmte nun durch ein Mikrometer die Stellung deſſelben gegen die benachbarten Sterne (Philoſ. Trans. for. 1781. Vol. LXXI. P. I.), und hatte nach zween Tagen das Vergnügen zu ſehen, daß der Stern gegen Morgen fortrückte, und ſich dadurch noch mehr von den Fixſternen auszeichnete. Auf den erſten Anblick hielt ihn zwar Herr Herſchel für einen Kometen; aber der gänzliche Mangel eines Nebels oder Schweifs, und ſein nach einigen Tagen entdeckter re-

gelmäßiger Lauf ließen ihn bald vermuthen, daß es ein bisher unbekannter Planet ſeyn möge. Am Tage nach der erſten Entdeckung, den 14 März, ſtand er gerade in Quadratur mit der Sonne, die ihm nun täglich näher kam. Er gieng zu dieſer Zeit rechtläufig, und faſt parallel mit der Ekliptik, in 24 Stunden nur um $\frac{3}{4}$ Min. fort; aber ſein Lauf ward immer ſchneller, je näher ihm die Sonne kam, völlig ſo, wie es die Theorie der Planeten erfordert.

Als Herſchel hievon der königl. Societät Nachricht gegeben hatte, fand auch D. Maſkelyne dieſen Stern am 17 März, und fieng vom 1 April an, die Beobachtungen deſſelben fortzuſetzen. Er meldete die Entdeckung an Meſſier nach Paris, welcher ſeine Beobachtungen vom 16 April anfieng.

Im May kam die Nachricht hievon nach Deutſchland an Herrn Bode; aber die lange Abenddämmerung hinderte hier ſchon den Stern zu ſehen, ob er gleich von den Aſtronomen zu Mailand und Piſa noch im Monat May gefunden ward. Man konnte nun ſchließen, daß er den 19 Jun. zur Sonne kommen, und etwa im Julius in der Morgendämmerung wieder ſichtbar werden müſte.

In der That ſahe man ihn zu Paris, wo die Morgendämmerung ſpäter, als bey uns, anbricht, ſchon am 18 Jul. wieder. Am 1 Auguſt fand ihn Herr Bode zu Berlin, und von nun an wurde er von mehrern Aſtronomen verſchiedener Länder ununterbrochen beobachtet. Man ſahe ihn am 25 Sept. wieder in Quadratur mit der Sonne kommen, und gleich darauf ſeinen Stillſtand und Rückgang erfolgen, welcher immer ſchneller ward, und am 22 Dec. wo er der Sonne gegenüber ſtand, täglich $2\frac{1}{2}$ Min. betrug, wobey ſeine nördliche Breite immer zunahm.

Die engliſchen Aſtronomen hatten gleich nach der erſten Entdeckung dieſes Sterns ſeine planetariſche Beſchaffenheit vermuthet; die franzöſiſchen Beobachter hingegen hielten ihn anfänglich für einen Kometen. Durch fortgeſetzte Beobachtungen ſeines Laufs kam man noch im Jahre 1781 zur allgemeinen Ueberzeugung, daß er ein Planet ſey, der jenſeits der Saturnsbahn in einer regelmäßig elliptiſchen Bahn

um die Sonne laufe, und uns beſtändig ſichtbar bleiben werde. Man berechnete aus den Erſcheinungen ſeines Fortgangs, daß er 18 bis 19 mal weiter von der Sonne abſtehe, als die Erde, und alſo ſeinen Umlauf nach den kepleriſchen Regeln erſt in 80 — 90 Jahren vollende.

Eine ſolche Entdeckung muſte ihrem Urheber die ausgezeichnetſte Ehre bringen, zumal da die Wahrnehmung der ſcheibenähnlichen Geſtalt und eignen Bewegung dieſes kleinen Sterns blos eine Folge der ſtarken Vergrößerungen ſeiner ſelbſt verfertigten vortreflichen Teleſkope war. Auch beeiferte ſich England, die Verdienſte dieſes Deutſchen zu belohnen. Der König von Grosbritannien ſetzte Herrn **Herſchel** einen jährlichen Gehalt von 300 Pfund Sterling, nebſt freyer Wohnung zu Datchet bey Windſor, aus; die königliche Societät der Wiſſenſchaften zu London nahm ihn zu ihrem Mitgliede auf, und erkannte ihm die Copleyſche Medaille zu, welche jährlich zur Belohnung der wichtigſten Entdeckung ausgeſetzt iſt; auch ward ihm von der Univerſität Oxford die Doctorwürde ertheilt.

Der neuentdeckte Planet erſcheint als ein Stern der ſechſten Größe, kaum dem bloßen Auge ſichtbar. Inzwiſchen hat ihn doch Herr **Herſchel** mehrmalen bey heiterer Luft mit bloßen Augen geſehen (ſ. Philoſ. Trans. for 1783. Vol. LXXIII. P. I. no. 1). Herr **Bode** ſahe ihn durch ein Nachtfernrohr von 9 Zoll Länge ohne Mühe, maß auch einigemal durch einen lambertiſchen Sternausmeſſer von 12 Zoll Länge ſeinen Abſtand von benachbarten Fixſternen, und bemerkt, daß ihn einige ſeiner Freunde, wenn er ihnen den Ort genau anzeigte, bey recht heiterer Luft auch ohne Fernrohr fanden. Seine ſcheibenähnliche Geſtalt wahrzunehmen, erfordert ſchon ſtärkere Vergrößerungen.

Hieraus und aus ſeinem äuſſerſt langſamen Fortrücken wird es begreiflich, warum man ihn erſt jetzt entdeckt hat. Zwar iſt dieſe Frage, wie Herr **Lichtenberg** (Götting. Taſchenbuch für 1783.) richtig bemerkt, nicht viel vernünftiger, als die von **Lelio's** Bedienten in **Leſſings** Schatze, der gern wiſſen möchte, warum der Vater ſeines Herrn gerade heut wiederkömmt, und nicht ein Jahr früher oder ſpä-

ter, welches ihm viel begreiflicher geweſen wäre. Man hat ſie aber doch aufgeworfen, um zweifelhaft zu machen, ob dieſer Stern jederzeit am Himmel geſtanden habe, und nicht vielmehr eine kometenähnliche blos periodiſche Erſcheinung ſey. Bey ſeiner Kleinheit aber kan man ſich leicht vorſtellen, daß ihn fleißige Beobachter oft können geſehen haben, ohne ihn für etwas mehr als einen teleſkopiſchen Fixſtern zu halten, dergleichen man am Himmel in zahlloſer Menge wahrnimmt.

Herr **Bode** ward hiedurch veranlaſſet, in den Sternverzeichniſſen nachzuſuchen, ob nicht vielleicht bey den darinn bemerkten kleinen Sternen, Angaben vorkämen, die im Grunde auf den ehemaligen Stand des für einen Fixſtern gehaltenen neuen Planeten paſſen möchten. Er verfiel zuerſt auf den Stern 27 ♑ in **Tychons** Verzeichniße, von welchem ſchon **Hevel** 1650 bemerkt, daß er nicht mehr daſelbſt am Himmel befindlich ſey. Es ließ ſich aus der Geſchwindigkeit des neuen Sterns vermuthen, daß derſelbe um 1589, da **Tycho** dieſe Gegend beobachtete, hier müſſe geſtanden haben (ſ. Bode aſtron. Jahrbuch für 1784 und 1786.), daher dieſer tychoniſche Stern vielleicht der gegenwärtige neue Planet ſeyn könnte. Aber dieſe Vermuthung hat ſich nicht beſtätiget.

Hingegen fand Herr **Bode** den 964ſten Stern in **Mayers** Zodiakalverzeichniße (*Tob. Mayeri* Opp. ined. Vol. I. p. 72.), der beym Waſſerguß des Waſſermanns öſtlich vom Sterne φ ſtehen ſollte, im Auguſt 1781 nicht am Himmel. Gerade in der dortigen Gegend aber muſte der neue Planet um 1756 ſeinen Stand gehabt haben. **Mayer** hat auch im Verzeichniße angegeben, daß er die Stelle dieſes Sterns nur nach einer einzigen Beobachtung beſtimmt habe, und dieſe Beobachtung war, wie Herr **Lichtenberg** aus den mayeriſchen Manuſcripten fand, am 25 Sept. 1756 gemacht. Wenn nun Herr **Bode** nach den damals bekannten Beſtimmungen berechnete, wo der neue Planet am bemerkten Tage müſſe geſtanden haben, ſo fand er dieſe Stelle von der Stelle des mayeriſchen Sterns ſo wenig unterſchieden, daß er ſehr wahrſcheinlich vermuthen konnte, es ſey

dieſer Stern wirklich der neuaufgefundene Planet geweſen.

Seit dem Jahre 1784 vermuthete Herr **Bode** eben dieſes von **Flamſtead's** 34ſten Sterne im Stier zwiſchen dem Siebengeſtirn und den Hyaden, von der 6ten Größe, den er ebenfalls am Himmel nicht finden konnte. Damals waren die Elemente der Bahn des neuen Sterns ſchon von mehrern Aſtronomen, beſonders Herrn **Mechain**, etwas beſtimmter angegeben, und dieſe gaben ihm für das Ende des Jahres 1690 eben diejenige Stelle, welche **Flamſtead** dem angeführten Sterne des Stiers zuſchreibt. Da nun Flamſtead's Beobachtung (ſ. Hiſt. coeleſtis Britann. To. II. p. 86.) am 13 Dec. alten oder 23 Dec. neuen Styls 1690 gemacht iſt, ſo war nicht zu zweifeln, daß auch dieſer vermeinte Fixſtern kein anderer, als der neue Planet, geweſen ſey.

Die franzöſiſchen Aſtronomen fanden auch Flamſtead's Angabe mit den fortgeſetzten neuern Beobachtungen übereinſtimmend; und ihre gegen die Wahrnehmung des mayeriſchen Sterns geäuſſerten Zweifel zerſtreuten ſich völlig, als Herr **Lichtenberg** im Jahre 1789 die vollſtändigen Angaben der mayeriſchen Manuſcripte an Herrn **de la Lande** überſendet hatte. Um eben dieſe Zeit ward auch bekannt, daß **le Monnier** den neuen Planeten bereits in den Jahren 1763 und 1769 geſehen, und gleichfalls für einen Fixſtern gehalten hatte. Hieraus iſt alſo klar, daß dieſer Stern zwar ſchon von **Flamſtead** 1690, **Mayer** 1756, und **le Monnier** 1763 und 1769 **geſehen**, aber von **Herſchel** 1781 zuerſt als Planet **entdeckt** worden iſt.

Herr **Bode** hat für dieſen neuentdeckten Weltkörper den ſehr ſchicklichen Namen des Vaters vom Saturn und Atlas, **Uranus**, vorgeſchlagen, den auch die berliner Akademie der Wiſſenſchaften, nebſt den meiſten Aſtronomen, bereits angenommen hat. Herr **Herſchel** (Philoſ. Trans, Vol. LXXIII. p. 1.) ſchlägt die Benennung Georgium ſidus vor, ſo wie Marius und Galilei die von ihnen entdeckten Jupitertrabanten Sidera Brandeburgica und Mediceaea nannten, wiewohl ſich Benennungen dieſer Art nicht

leicht erhalten. Der Name Herſchels Planet, deſſen ſich die franzöſiſchen Schriftſteller bedienen, weil er in den Memoires für 1779 (welche 1782 erſchienen) gebraucht worden iſt, war freylich der erſte, der ſich in der Eil darbot. Herr Lichtenberg ſchlug im Scherz den Namen der aus der Welt entflohenen Aſträa; Poinſinet de Sivry den der Cybele oder Cybelle, Proſperin den des Neptuns vor.

Die erſten Ueberſchläge über die muthmaßliche wahre Bahn des Uranus machten die Herren Bode, Lexell (Recherche ſur la nouvelle planète, decouverte par Mr. *Herſchel.* à St. Petersb. 1784. 4.) Hennert (in Bode aſtron. Jahrb. für 1786. S. 223.), Mechain (ebend. S. 231 u. f.). Hiebey leiſten die Angaben von Flamſtead, Mayer und le Monnier die Dienſte älterer Beobachtungen. Daraus hat nun neuerlich Herr de Lambre (ſ. Götting. Anzeig. 1789. 199 Stück, ingl. Gothaiſche gelehrte Zeit. 1789. Beyl. zum 101 St.) Elemente der Bahn der Uranus, jedoch ohne Rückſicht auf die Perturbationen durch Jupiter und Saturn, berechnet, welche von Herrn de la Lande nach Göttingen und von da aus an Herrn von Zach überſendet wurden, nach deſſen ausführlicher Berechnung ſie für alle Oppoſitionen des Uranus mit der Sonne von 1781 bis 1788 ſehr gut zutreffen, und nicht über 27 Sec., für die von 1789 aber um $55\frac{1}{2}$ Sec. abweichen, woraus Herr von Zach ſchließt, daß ſie unter den bisherigen die genauſten ſind, aber wegen der Störungen durch Jupiter und Saturn bald einer neuen Verbeſſerung bedürfen möchten.

Dieſen Entdeckungen zufolge iſt Uranus, von der Sonne aus gerechnet, der ſiebente und äuſſerſte Planet, deſſen Bahn alle übrigen umſchließt. Die Bahn ſelbſt iſt, wie alle Planetenbahnen, elliptiſch und ihre Ebne macht mit der Ebne der Erdbahn einen Winkel von 46′ 16″.

Ihre Eccentricität ſcheint nur gering zu ſeyn. De Lambre ſetzt ſie nur 0,0466837 der halben großen Axe, daß ſich alſo der gröſte Abſtand des Uranus von der Sonne zum kleinſten faſt, wie 105 zu 95, oder wie 21 zu 19 verhalten würde. Im mittlern Abſtande iſt dieſer Planet von der

Sonne 19,18362 mal weiter, als die Erde, entfernt. Man kan alſo ſeine Bahn ohne großen Fehler als einen Kreis anſehen, deſſen Halbmeſſer 19 mal größer iſt, als der Halbmeſſer der Erdbahn.

Dieſe Bahn durchläuft der Planet in 30589 Tagen, 8 St. 19 Min. oder in ohngefähr 83 Jahren $273\frac{1}{3}$ Tagen ſo, daß er im Durchſchnitt genommen, jährlich 4° 17′ 55″ und täglich 42″ 24‴ ſeines Kreiſes zurücklegt. Nimmt man hiezu die Größe dieſes Kreiſes, ſo läſt ſich der Raum, den er in einer Zeitſecunde durchläuft, über $1\frac{1}{2}$ Stunden Weges ſetzen.

Seinen ſcheinbaren Durchmeſſer ſchätzt Herſchel (Philoſ. Trans. Vol. LXXVIII. P. II. no. 22.) nicht viel größer oder kleiner, als 4″, welche Beſtimmung wohl zuverläßiger iſt, als die von Mayer in Mannheim, der ihn zwiſchen 9 und 11 Sec. angab, oder die von den mietauiſchen Aſtronomen, die ihn 6 — 7 Sec. ſetzen. Herſchel nimmt dabey ſeinen Abſtand von der Sonne mit de la Lande 18,913 mal größer an, als den Halbmeſſer der Erdbahn, daß alſo Uranus in derjenigen Entfernung, in welcher ſich die Erde von der Sonne befindet, $4 \times 18,913 = 75'';6$ groß im Durchmeſſer erſcheinen würde. In eben dieſer Weite erſcheint der Durchmeſſer der Sonne 31′ 57″ d. i. über 25 mal größer. Daraus findet er den Uranus im Durchmeſſer über 25 mal kleiner, als die Sonne, mithin etwa $4\frac{1}{2}$ mal (genauer 4,31769 mal) größer, als die Erde, ſo daß er an körperlicher Größe unſere Erde etwa 88 mal übertreffen würde. Die neuern Angaben von Herrn de Lambre (wo der Abſtand faſt 19,2 iſt) würden etwas mehr geben; aber die Beſtimmung des ſcheinbaren Durchmeſſers iſt zu ſchwankend. Die Beobachtungen deſſelben von der Erde aus geben ihn in der Oppoſition größer, als er aus der Sonne geſehen, oder in den mittlern Abſtänden iſt. Mit Rückſicht hierauf giebt Herr Bode ſeinen Durchmeſſer nur 4,215 mal und ſeinen Inhalt 75 mal größer, als Durchmeſſer und Inhalt der Erde. Lexell, der den Uranus mit dem nahe ſtehenden Mars verglichen hatte, deſſen Durchmeſſer damals nur 5 Sec. betrug, fand jenen doch noch viel kleiner, und ſchätzt

ſeinen Durchmeſſer nur 3 Sec. Herr Bode (Aſtr. Jahrbuch für 1786) glaubt, man könne den Uranus einſtweilen 80 mal größer, als die Erde, annehmen.

Seine Umdrehung um eine Axe läſt ſich vermuthen, wiewohl wir von ihr ſo wenig, als von der Gravitation anderer Körper gegen ihn, und alſo von ſeiner Maſſe und Dichte, aus Beobachtungen etwas wiſſen können. Inzwiſchen ſchäzt Herr Herſchel, unter der Vorausſetzung, daß die Dichte = $\frac{1}{5}$ der Dichte der Erde ſey, die Maſſe des Uranus 17,740612 mal größer, als die Maſſe der Erde, und den Fallraum der Körper auf ſeiner Oberfläche in 1 Sec. Zeit ſetzt er 18 Fuß, 8 Zoll.

Theilt man den mittlern Abſtand der Erde von der Sonne (etwa 12000 Erddurchmeſſer) in 1000 Theile, ſo iſt Uranus (nach de Lambre) in der Sonnennähe um 18288, und in der Sonnenferne um 20080 ſolcher Theile von der Sonne entfernt. Sein kleinſter Abſtand von uns, wenn er der Sonne entgegengeſetzt, zugleich in der Sonnennähe, die Erde aber in der Sonnenferne iſt, beträgt 18288 — 1017 = 17271 ſolche Theile. Sein gröſter Abſtand hingegen, wenn er bey der Sonne geſehen wird, und in der Sonnenferne, die Erde aber auch in der Sonnenferne iſt, macht 20080 + 1017 = 21097 ſolche Theile aus. So verhält ſich ſein kleinſter Abſtand von uns zum gröſten faſt, wie 17 : 21, daher doch ſein ſcheinbarer Durchmeſſer veränderlich ſeyn muß.

Sein mittlerer Abſtand macht 19184 Theile, oder 230214 Erddurchmeſſer aus.

Zu der Entdeckung dieſes Planeten hat Herr Herſchel vermittelſt ſeines 20ſchuhigen Teleſkops die noch unerwartetere hinzugefügt, daß derſelbe von zween Trabanten oder Monden begleitet wird, von denen der erſte ſeinen ſynodiſchen Umlauf um ihn in $8\frac{3}{4}$ Tagen, der zweyte in $13\frac{1}{2}$ Tagen zu vollenden ſcheint. Ihre Bahnen machen einen beträchtlichen Winkel mit der Ekliptik. Dieſe Monden ſahe Herr Herſchel zuerſt am 11 Jänner 1787. Am 7 Febr. verfolgte er den einen von 8 Uhr Abends bis 8 Uhr Morgens, ſahe ihn 9 Stunden lang ſeinen Hauptplaneten getreu

begleiten nnd einen Theil ſeiner Bahn beſchreiben, am 15 Febr. fand er ſich ſchon im Stande, die Nachricht hievon mit der angegebnen Beſtimmung der Umlaufszeiten der königlichen Societät zu London mitzutheilen (ſ. Philoſ. Trans. for 1788. Vol. LXXVIII, P. II. n. 22). Den ſcheinbaren gröſten Abſtand vom Uranus giebt er für den erſten auf 33′, für den zweyten auf 44′, 23 an; und ſchätzt dieſe Körper nicht viel kleiner, als die Begleiter des Jupiters.

Durch dieſe wichtigen Wahrnehmungen ſind die vorher bekannten Grenzen des Planetenſyſtems bis auf das Doppelte erweitert worden, und man hat Weltkörper kennen gelernt, deren Bewohner die Sonne, die ihnen Licht und Wärme giebt, im Durchmeſſer faſt 19 mal kleiner, als wir, oder höchſtens 1 Min. 43 Sec. groß ſehen, und von ihr eine 357 mal ſchwächere Erleuchtung, als wir, erhalten. Die Erde erſcheint aus dieſen Weltkörpern nur eine Secunde groß, entfernt ſich nie über 3 Grad von der Sonne, und ihr Daſeyn iſt dort, wie das Daſeyn von Mars, Venus und Merkur, allem Anſehen nach, gänzlich unbekannt. Dennoch muß die Sonne noch im Stande ſeyn, dieſen ſo ſehr entfernten Planeten und ſeine Monden hinlänglich zu erwärmen — ein Beweiß, daß die Stärke der Erwärmung wohl mehr von der Beſchaffenheit der Oberflächen und des Stoffes, als von der Entfernung, abhängen möge. Herr Bode hat ſeiner Abhandlung von dieſem Planeten ſehr ſchicklich das Motto vorgeſetzt: „Wo nur Bahnen möglich waren, da rollen Weltkörper, und wo nur Weſen ſich glücklich fühlen konnten, da wallen Weſen.“

J. E. Bode von dem neuentdeckten Planeten. Berlin, 1784. 8.

Urſachen, phyſiſche, ſ. Phänomene.

Urſprüngliche Berge, ſ. Berge.

Urſprüngliche Elektricität, ſ. Elektricität.

Urſprünglicher Magnetismus, ſ. Magnet.

V.

Vacuum, ſ. Leere.

Vacuum, leidner, ſ. Leidner Vacuum.

Vacuum, tragbares, ſ. Luftpumpe (Th. III. S. 84).

Variation der Magnetnadel, ſ. Abweichung der Magnetnadel.

Variation des Monds, ſ. Perturbationen (Th. III. S. 443).

Vegetabilien, ſ. Pflanzen.

Vegetabiliſch-ſaure Luft, ſ. Gas, eſſigſaures (Th. II. S. 383).

Ventilator, Ventilator, *Ventilateur*. Dieſen Namen gab D. Hales (Treatiſe on ventilators. Lond. 1743. 2. edit. 1758. II. Vol. 8. Deſcription du ventilateur de M. *Hales*, trad. de l'anglois par *Demours*. Paris, 1744. 8. auszugsweiſe im hamburgiſchen Magazin, II. B. S. 25.) einer von ihm erfundenen Maſchine, durch welche man aus eingeſchloßnen Räumen, z. B. Krankenzimmern, Hoſpitälern, auf Schiffen u. dergl. die verdorbene Luft hinwegſchaffen, und durch friſche Luft erſetzen kan.

D. Hales kam auf dieſe nützliche Erfindung im Jahre 1741 durch den Gedanken, daß der gröſte Theil der Schifskrankheiten von der zwiſchen den Verdecken eingeſchloßnen, durch Athmen und Ausdünſtung verdorbnen Luft, herrühre. Er las die Beſchreibung ſeiner Maſchine in einer Verſammlung der königlichen Societät im May 1741. Im November eben deſſelben Jahres meldete der königl. ſchwediſche Ingenieurcapitain Martin Triewald dem Präſidenten der Societät zu London, Mortimer, daß er ebenfalls eine Maſchine zu Erneurung der Luft auf den Schiffen erfunden habe, welche in einer Stunde 36172 Cubikſchuh Luft auspumpe. Dieſer Maſchine bediente man ſich mit ſehr gutem Erfolg auf den Schiffen der ſchwediſchen Flotte und in Frankreich, wohin Triewald ein Modell derſelben geſchickt hatte. Beyde Erfindungen ſind einander ſehr ähn-

lich; es wird daher genug ſeyn, die des D. Hales, als die ältere, zu beſchreiben.

Der Ventilator des Hales beſteht aus zweyen hölzernen Kaſten oder Parallelepipedis, deren jedes in der Mitte durch eine um ein Charnier bewegliche hölzerne Klappe (Diaphragma) getheilt iſt. Dieſe Klappen ſind an einer Seitenfläche des Kaſtens durch das Charnier befeſtiget, und ſtehen von den übrigen Seiten ringsum um $\frac{1}{20}$ Zoll ab. Sie ſind durch eiſerne Stangen an einen Hebel ſo befeſtiget, daß man durch Hin- und Herbewegen der Hebelſtange, wie bey dem doppelten Druckwerke, abwechſelnd eine Klappe um die andere erheben und wieder niederdrücken kan. An den Grundflächen jedes Kaſtens befinden ſich vier Ventile. Zwey derſelben öfnen ſich nach innen, zwey nach auſſen. Jeder Kaſten iſt an der Stelle, wo ſich die auslaſſenden Ventile befinden, mit einem vorliegenden kleinern Kaſten oder Parallelepipedum verbunden, in welches man bewegliche Röhren einſetzen kan, um durch ſelbige die Luft dahin zu leiten, wo man deren nöthig hat.

Man ſieht leicht, daß man es durch dieſe Maſchine in ſeiner Gewalt hat, ihrer verſchiedenen Stellung gemäß entweder die verdorbne Luft auszupumpen, oder friſche Luft einzubringen. Im erſten Falle muß der Ventilator ſo ſtehen, daß ſeine einſaugenden Ventile mit dem Zimmer verbunden ſind, das Ende der Röhre aber hinaus in die freye Luft geht. In dieſer Stellung, welche D. Hales für die vortheilhafteſte hält, konnte man mit einem doppelten Kaſten (von 10 Fuß Länge, 3 — 4 Zoll Breite und 13 Zoll Höhe) in einer Stunde auf 25000 Tonnen Luft auspumpen, und die friſche Luft gieng dagegen ſo unvermerkt ein, daß weder die Kranken, noch die Schlafenden im Zimmer davon einige Unbequemlichkeit empfanden. Doch bemerkt der Erfinder, wenn man recht reine Luft auf den Schiffen haben wolle, ſo müſſe der Ventilator faſt immer in Bewegung erhalten werden. Um friſche Luft einzublaſen, müſte die Maſchine auſſerhalb des Zimmers ſtehen, und die Leitröhre ins Zimmer geführt werden, wobey aber der entſtehende Wind unbequem fallen würde. D. Hales ſagt in ſeinem Werke

noch viel lehrreiches über die Mittel, die Geſundheit auf den Schiffen zu erhalten, und giebt den Rath, von ſeinem Ventilator Anwendungen auf Reinigung der Luft in Kohlenſchächten, Kornböden, Pulvermagazinen u. dergl. zu Trocknung des Getraides und Schießpulvers, ingleichen zu Einblaſung von Dämpfen, welche die Würmer und Inſekten tödten u. ſ. w. zu machen.

Da inzwiſchen dieſe Maſchine viel Raum einnimmt, und zu ihrer Bewegung eine beſtändige Arbeit erfordert, ſo iſt ihr Gebrauch auf den Schiffen nicht ſo allgemein geworden, und man bedient ſich zu Erneurung der Luft lieber des durchs Küchenfeuer bewirkten Luftzugs, der durch ein mit dem Aſchenheerde verbundenes und in mehrere Zweige verbreitetes Zugrohr an die Orte, wo er nöthig iſt, geführt wird. Dieſes von Sutton vorgeſchlagne Mittel hat D. Mead (Philoſ. Trans. for 1741. num. 462. p. 42.) zuerſt bekannt gemacht.

Cavallo (Abhandl. über die Natur und Eigenſchaften der Luft, a. d. engl. Leipz. 1783. gr. 8. S. 175 u. f.) führt aus einer engliſchen Schrift unter dem Titel: Practical Treatiſe on Chimneys, über die beſte Art, ein Zimmer mit friſcher Luft zu verſehen, und die verdorbne hinaus zu ſchaffen, folgende gute Bemerkungen an.

„Man kan aus einer Oefnung in oder nahe bey der „Decke des Zimmers eine kleine Röhre entweder bis an die „Spitze des Gebäudes hinaufführen, oder ihr ſonſt eine „Verbindung mit der äuſſern Luft geben. So bald das „Feuer einige Theile der Luft im Zimmer erwärmt hat, dehnen ſich dieſe ſogleich aus und ſteigen in die Höhe — andere nach und nach erwärmte und verdünnte Theile drücken alsdann nach, und treiben die leichteſten Theile durch „die Oefnung in der Decke hinaus; dadurch wird die verdorbene Luft nach und nach hinweggeſchafft, ohne daß ſie „wieder in die niedrigern Gegenden herab kommen kan.

„Um aber friſche Luft ins Zimmer zu bringen, mache „man noch eine andere Oefnung in der Decke, und verbinde „dieſelbe mit einer engen Röhre, welche auf die äuſſere Seite „der Mauer, oder in einen andern ſchicklichen Theil des

„Gebäudes geführt, hier aber umgebogen und niederwärts „bis an den Erdboden geleitet wird. Hierdurch wird die „kalte und dichte äuſſere Luft nahe am Erdboden in die un„tere Oefnung der Röhre getrieben, und ſteigt in eben dem „Maaße ins Zimmer auf, in welchem die wärmere Luft „durch jenes Zugrohr in die höhern Gegenden entweicht. „Dieſe ſchwerere Luft ſinkt, ſo bald ſie das Zimmer erreicht, „durch ihr Gewicht gegen den Boden herab, vermiſcht ſich „während des Falls nach und nach mit der wärmern, und „wird dadurch ſo gleichförmig durch das Zimmer vertheilt, daß „ſie die Lichter und Perſonen nur unmerklich erreicht, ohne „die Unbequemlichkeiten zu verurſachen, denen man ſich bey „den gewöhnlichen Wegen, friſche Luft einzulaſſen, unter„werfen muß. Wäre die Zugröhre näher am Boden des „Zimmers angebracht, ſo würde die Luft in einem ſtarken „und ununterbrochnen Zuge gegen das Feuer zugehen, ſie „würde die Schenkel und untern Theile des Körpers der „im Zimmer befindlichen Perſonen treffen und eine unan„genehme und ſchädliche Erkältung veranlaſſen. Auf die „beſchriebene Art aber kan man den Zimmern mit geringen „Koſten eine gleichförmige und mäßige Wärme geben, oh„ne auf einer Seite die Geſundheit ihrer Bewohner durch „das Einathmen einer ſtagnirenden und faulen Luft in Ge„fahr zu ſetzen, oder auf der andern ihnen Erkältungen und „rhevmatiſche Zufälle zuzuziehen. — In wärmern Län„dern, oder im Sommer, wo nicht geheizt wird, läſt ſich „gegen den gewöhnlichen **Radventilator** im Fenſter nichts „einwenden. Seine Einrichtung iſt ſehr einfach, und er iſt „ein ſicheres und wirkſames Mittel, die Luft der Zimmer „in dieſer Jahrszeit angenehm und geſund zu erhalten.“

Eine von Herrn **de l'Isle de St. Martin** (Journal de physique, Septemb. 1788. ſ. auch Magazin für das Neuſte aus der Phyſik und Naturgeſ. VI. Band. 1 Stück, S. 81.) angegebne Einrichtung eines Ventilators verdient wegen ihrer Simplicität noch eine beſondere Anführung. Taf. XXV. Fig. 60. iſt VT die verticale Röhre, durch welche die Luft ausfährt; ABCD die Mündung dieſer Röhre; ABLP der untere, NMQ der obere Hut; R ein Ka-

ſten, in dem ſich die untere Oefnung der Röhre VT befindet, mit Oefnungen SS verſehen, die durch Schieber nach Gefallen bald mehr, bald weniger, können geöfnet werden. Die Größe der Maſchine richtet ſich ganz allein nach dem Durchmeſſer der Oefnung ABCD. Iſt dieſer feſtgeſetzt, ſo wird die Form des untern Huts dadurch beſtimmt, daß man BF = BL = $1\frac{1}{2}$ AB; FL = AB nimmt. Zur Bildung des obern Huts nimmt man auf dem verlängerten Durchmeſſer AB, BM = $1\frac{1}{4}$ AB; und BN = AB auf BM ſenkrecht. Dieſer obere Hut wird durch vier Streben, wie MO, an den untern befeſtiget. Wenn ſich der Kaſten R im Zimmer befindet, und die Röhre VT mit den beyden Hüten in die freye Luft hinausgeht, ſo wird dadurch ein beſtändiges Ausſtrömen der Luft aus dem Zimmer durch die Röhre VT bewirkt.

Die wärmere und leichtere Luft des Zimmers nemlich ſteigt durch VT auf, ſchlägt gegen N an, und wird durch die Form der Hüte ſo abgeleitet, daß daraus ein Luftzug zwiſchen beyden Hüten entſteht. Durch dieſen Luftzug wird nach der Erklärung des Erfinders der Druck der Atmoſphäre auf die Oefnung ABCD in etwas geſchwächt, welches macht, daß das Ausſtrömen der elaſtiſchern Luft des Zimmers ununterbrochen fortdauert. Man kan ſich durch die Erfahrung hievon überzeugen, wenn man die Schieber S verſchließt, in die Seite Z ein ofnes Rohr einſetzt, und an deſſen Ende eine Lichtflamme hält. Denn, wenn man alsdann durch Blaſen einen Luftzug zwiſchen beyden Hüten bewirkt, ſo wird die Flamme ſogleich in die Oefnung der Röhre hineingetrieben, welches ein deutlicher Beweiß des Einſtrömens der Luft iſt.

Der Herr Herausgeber des Gothaiſchen Magazins bemerkt, dieſe Erfindung, den Druck der Atmoſphäre durch einen Luftzug in etwas abzuhalten, ſey nicht neu, und man kenne ſchon lange das Mittel, das Queckſilber im Barometer dadurch ſinken zu machen, daß man das Gefäß mit Queckſilber, worinn die gefüllte Röhre ſteht, in ein anderes Gefäß einſchließe, und durch letzteres einen ſtarken Luftſtoß leite.

Beſchreibung der nützlichen Maſchine des Hrn. Stephan Hales in hamburg. Magazin II. B. S. 25 u. f.

Tib. Cavallo Abhandl. über die Natur und Eigenſch. der Luft a. d. engl. Leipz. 1783. gr. 8. S. 175 u. f.

Magazin für das Neuſte aus der Phyſ. u. Naturgeſchichte, fortgeſetzt von Voigt. VI. Band, 1ſtes Stück. Gotha, 1789. 8. S. 81 u. f.

Venus, Venus, *Venus*. Dieſen Namen führt der hellſte und glänzendſte unter denjenigen ſechs Sternen, welche ihren Stand unter den Fixſternen täglich ändern, ſ. **Planeten**. Die Venus hat überhaupt unter allen Sternen am Himmel das vortreflichſte Licht, das aber doch bey aller ſeiner Lebhaftigkeit nicht funkelnd oder zitternd, wie das Licht der Fixſterne, gefunden wird. Sie entfernt ſich niemals über 48 Grad von der Sonne, geht daher entweder des Morgens vor der aufgehenden Sonne her, oder folgt der untergehenden des Abends nach, und führt dieſer verſchiedenen Stellung gemäß die Namen des **Morgenſterns** oder **Abendſterns**. Dieſe Beſchaffenheit ihres ſcheinbaren Laufs ſoll **Pythagoras** entdeckt haben (Præveniens quippe Solem, & ante matutinum exoriens, *Luciferi* nomen accipit, ut Sol alter, diem maturans: contra ab occaſu refulgens nuncupatur *Veſper*, ut prorogans lucem, vicemque Lunae reddens. Quam naturam eius Pythagoras Samius primus deprehendit, Olympiade circiter XLII, qui fuit urbis Romæ annus CXLII. *Plin.* H. N. II. 8.). **Tournefort** (Voyage au Levant, ed. Lyon. 1717. To. II. lettr. 10.) nimmt dies bey Gelegenheit einer ſamiſchen Münze dafür an, als ob Pythagoras die Venus ſelbſt zuerſt entdeckt habe. Es iſt aber von der Identität des Morgen- und Abendſterns zu verſtehen; und ſchon dieſe war für aufmerkſame Beobachter des Himmels eine äuſſerſt leichte Entdeckung, die gewiß lange vor den Zeiten des Pythagoras gemacht iſt.

Wenn Venus in ihrer gröſten Elongation auf der Abendſeite der Sonne ſteht, und als Morgenſtern am längſten ſichtbar iſt, ſo geht ſie alsdann rechtläufig zur Sonne zurück, und kömmt hierauf mit ihr in die obere Conjun-

ction. Um dieſe Zeit iſt ihr Lauf am ſchnellſten: ſie ſetzt nun denſelben auf der Morgenſeite der Sonne, als Abendſtern, mit abnehmender Geſchwindigkeit ſo lang fort, bis ſie hier wiederum die gröſte Elongation erreicht. In dieſer ſteht ſie eine kurze Zeit ſtill, wird dann rückläufig, und kehrt mit immer wachſender Geſchwindigkeit zur untern Conjunction mit der Sonne zurück. Zu dieſer Zeit ſieht man ſie bisweilen als einen ſchwarzen Flecken, vom Morgen gegen Abend, vor der Sonnenſcheibe vorüber gehen, ſ. **Durchgänge**. Sie tritt alsdann wieder auf die Abendſeite der Sonne, wird Morgenſtern, und entfernt ſich mit abnehmender Geſchwindigkeit immer weiter, bis ſie endlich in der gröſten Elongation wieder ſtill ſteht, und aufs neue rechtläufig wird. Einen ſolchen Umlauf vollendet ſie dem Scheine nach in 584 Tagen, als eine beſtändige Begleiterin der Sonne.

Schon die alten Aſtronomen haben hieraus richtig geſchloſſen, daß **Venus** beſtändig um die Sonne umlaufe. Nach den Entdeckungen der neuern Sternkunde gehört Venus zu den untern Planeten, welche der Sonne näher, als die Erde, ſind, und deren Bahnen von der Erdbahn umſchloßen werden. Sie iſt, von der Sonne aus gerechnet, der zweyte Planet. Ihre Bahn um die Sonne iſt elliptiſch, und die Ebne derſelben macht mit der Ebne der Erdbahn einen Winkel von $3° 23' 20''$.

Die Eccentricität der Venusbahn iſt ſehr gering, indem ſich ihr gröſter Abſtand von der Sonne zum kleinſten, nur etwa, wie 73 zu 72, verhält. Ihr mittlerer Abſtand beträgt $\frac{7}{10}$ (genauer 0,72333) des Abſtands der Erde, ſo daß man ihre Bahn mit einem Kreiſe vergleichen kan, deſſen Halbmeſſer $\frac{7}{10}$ vom Halbmeſſer der Erde ausmacht.

Dieſe Bahn durchläuft Venus in 224 Tagen, 16 St. 49 Min. 13 Sec. und legt daher, im Durchſchnitte genommen, täglich $1° 36' 7'' 48'''$ ihres Kreiſes zurück — eine Geſchwindigkeit, die bey der Größe dieſes Kreiſes faſt 9 Stunden Weges in einer Zeitſecunde austrägt.

Man bemerkt durch große Fernröhre auf der Venus Flecken, aus deren Bewegung ſich eine Umdrehung um die

Axe ſchließen läſt. Caſſini, welcher im Jahre 1666 dieſe Flecken zuerſt wahrnahm, ſchloß daraus die Umdrehungszeit der Venus = 24 Stunden; Bianchini hingegen (Heſperi et Phoſphori nova phaenomena. Romae, 1728. fol. Cap. V. p. 50.), der dieſe Flecken durch ungemein lange Fernröhre ſorgfältig beobachtet hatte, ſetzt eben dieſe Zeit auf 24 Tage. Der jüngere Caſſini (Elemens d' aſtr. L. I. c. 7.) ſucht ſeines Vaters Behauptung gegen Bianchini zu vertheidigen. Die petersburgiſche Akademie der Wiſſenſchaften hat auf Beſtimmung dieſer Umdrehungszeit aus Beobachtungen zweymal einen Preiß geſetzt, aber keine Abhandlungen darüber erhalten. Sonſt waren die Flecken der Venus nur durch die äuſſerſt langen Fernröhre mit Objectivgläſern von Campani, und blos in Italien, geſehen worden; es ſchien eine beſondere Heiterkeit der Luft dazu nöthig. Dieſes, und daß Venus immer nur kurze Zeit nach Untergang und vor Aufgang der Sonne, nie ſehr hoch über dem Horizonte, ſichtbar iſt, erklärt den bisherigen Mangel an entſcheidenden Beobachtungen. Inzwiſchen ſind die Aſtronomen mehr geneigt, des Caſſini Beſtimmung anzunehmen: die berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln giebt die Zeit der Umwälzung für die Venus 23 St. 20 Min. an. Hoffentlich werden die neuen Verbeſſerungen der optiſchen Werkzeuge mehr Gewißheit hierüber verſchaffen.

Da Venus innerhalb der Erdbahn um die Sonne läuft, ſo muß ſie ihre gegen die Sonne gekehrte Helfte bald ganz, bald nur zum Theil, gegen uns kehren, bald ganz von uns abwenden. Iſt ſie alſo ein dunkler Körper, ſo muß ſie bisweilen mit vollem Lichte, bisweilen nur zum Theil erleuchtet (oval oder ſichelförmig) ſcheinen, bisweilen ganz dunkel ausſehen. Dieſes Ab- und Zunehmen der Venus iſt ſchon durch mittelmäßige Fernröhre ſichtbar, ſ. Phaſen.

Der ſcheinbare Durchmeſſer der Venus iſt bey ihrer verſchiedenen Entfernung von uns ſehr veränderlich. Bey ihren Durchgängen durch die Sonnenſcheibe, wo ſie der Erde am nächſten ſtand, hat man ihn größer, als 1 Minute,

in der gröſten Entfernung aber, wenn ſie hinter der Sonne in vollem Lichte erſcheint, nur 9 Sec. gefunden. In den gröſten Elongationen von der Sonne, wo ſie weniger, als zur Helfte erleuchtet erſcheint, beträgt ihr Durchmeſſer 39 Sec. Nach **de la Lande** würde er aus derjenigen Entfernung betrachtet, in welcher ſich die Erde von der Sonne befindet, 16, 52 Sec. groß erſcheinen. In eben dieſer Weite aber erſcheint der Sonnendurchmeſſer 31′ 57″ d. i. 116 mal größer. Man kan hieraus ſchließen, daß Venus im Durchmeſſer 116 mal kleiner, als die Sonne ſey, oder daß ſie an Größe faſt der Erdkugel gleich komme, die im Durchmeſſer nur 111 mal kleiner iſt, als die Sonne. **De la Lande** ſetzt der Venus Durchmeſſer = $\frac{24}{25}$ des Erddurchmeſſers.

Die Gravitation anderer Körper gegen dieſen Planeten iſt aus den Störungen, die ihr Einfluß in dem Laufe anderer Planeten verurſacht, nicht ſicher zu ſchließen. Herr **de la Lande**, welcher annimmt, daß ſich die Dichtigkeiten der Weltkörper, wie die Quadratwurzeln ihrer mittlern Bewegungen um die Sonne, verhalten, ſetzt dem gemäß die Dichte der Venus = 1, 275, wenn die Dichtigkeit der Erde = 1 iſt. Hieraus, mit dem körperlichen Raume zuſammengenommen, folgt ihre Maſſe = 1, 1256 der Maſſe der Erde, und der Fallraum der Körper auf der Venus Oberfläche = $18\frac{1}{2}$ Fuß in einer Secunde.

Theilt man den mittlern Abſtand der Sonne von der Erde (12000 Erddurchmeſſer) in 1000 Theile, ſo ſteht Venus in der Sonnenferne um 728, in der Sonnennähe um 713 ſolcher Theile von der Sonne ab. Ihr kleinſter Abſtand von uns, wenn ſie in der untern Conjunction und Sonnenferne, die Erde aber in der Sonnennähe iſt, macht 983 — 728 = 255 Theile; der gröſte, wenn ſie in der obern Conjunction und Sonnenferne, die Erde aber auch in der Sonnenferne iſt, 1017 + 728 = 1745 Theile aus. Beyde verhalten ſich faſt, wie 1 zu 7, daher auch der Venus ſcheinbarer Durchmeſſer in der untern Conjunction faſt ſiebenmal größer iſt, als in der obern.

Ihr geringſter Abſtand von uns beträgt 3060, der gröſte 20940 Erddurchmeſſer.

Daß die Oberfläche dieſes Planeten ungleich ſey, beweiſen die ſchon erwähnten Flecken, welche **Caſſini**, **Bianchini** u. a. auf ihr wahrgenommen haben. **De la Hire** (Mém. de l'acad. des ſc. 1700.) hat durch ein Fernrohr, das 90 mal vergrößerte, Ungleichheiten auf ihr geſehen, die er größer, als die Mondberge, angiebt. Herr Oberamtmann **Schröter** (ſ. Götting. gelehrte Anzeigen 1790. 111tes Stück) fand am 28 Dec. 1789 durch ſein Herſcheliſches Teleſkop, bey 161facher Vergrößerung der Venus ſüdliches Horn ſtumpf, mit einem davon getrennten Lichtpunkte. Auch um die Mitte zeigte ſich einige Ungleichheit an der Lichtgrenze. Alſo ſchien es Schatten zu ſeyn, über den eine erleuchtete Bergſpitze hervorragte. Den 31 Jan. 1790 war dieſe Erſcheinung noch da; ſonſt fanden ſich immer beyde Hörner ſpitzig. Da die Beobachtung gerade in die Quadratur der Venus fiel, ſo ließ ſich die Höhe des Berges nach der beym Worte **Mondflecken** (Th. III. S. 284.) gezeigten Methode ſchätzen. Der Durchmeſſer der Venus war 27 Sec., des Lichtpunkts Abſtand von der Lichtgrenze 1, 35 Sec., alſo = $\frac{1}{10}$ des Halbmeſſers, woraus ſich nach gehöriger Berechnung die Höhe des Berges = $\frac{1}{200}$ des Halbmeſſers der Venus findet. Nimmt man nun dieſen Halbmeſſer = 834 geographiſche Meilen, ſo iſt die gefundene Höhe des Berges = 4, 17 Meilen, mithin auf 6 mal größer, als die Höhe der Mondberge. Auch ſcheint gerade, wie beym Monde, die ſüdliche Halbkugel die unebenſte zu ſeyn.

Von einem vermeinten Trabanten der Venus ſ. den Art. **Nebenplaneten** (Th. III. S. 339).

Die Aſtronomen bezeichnen dieſen Planeten mit ♀.

Bode kurzgef. Erläut. der Sternkunde. Berlin. 1778. 8. an mehrern Stellen.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtronomie. Dritte Aufl. Götting. 1781, 8. §. 192. u. f.

Vera's hydrauliſche Maſchine, Funicularmaſchine, Machina hydraulica funicularis, *Machine hydraulique de M. Vera.* Herr Vera in Frankreich (de la Fond nennt ihn *M. Verat, employé dans le ſervice de la poſte)* erfand gegen das Jahr 1780 eine neue Art, Waſſer vermittelſt eines Seils ohne Ende in großer Menge und mit geringen Koſten auf eine beträchtliche Höhe zu erheben. Er legte der Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris ein Modell ſeiner Maſchine vor, über welches die zu deſſen Unterſuchung ernannten Commiſſarien einen für dieſe Erfindung ſehr vortheilhaften Bericht erſtattet haben.

Dieſe Maſchine beſteht aus einem Seile ohne Ende ab, Taf. XXV. Fig. 61, das um zwo unbewegliche gleichgroße Rollen A und B gezogen iſt, welche in einerley Verticalfläche übereinander ſtehen. Die untere Rolle ſteht in dem Waſſerbehälter R, aus dem das Waſſer gehoben werden ſoll; die obere befindet ſich an dem Orte, bis auf welchen man es haben will. An der Axe der obern Rolle A befindet ſich noch eine Rolle oder ein Würtel von kleinerm Durchmeſſer, welcher in der Figur vom Geſtell verdeckt wird. Um dieſen Würtel und um die Peripherie des großen Rades T, welches an einer beſondern Axe ſteckt, läuft noch eine Schnur ohne Ende ſo, daß durch Umdrehung des Rads mit einer Kurbel u. dergl. zugleich alle Rollen umgedreht werden, wodurch das Seil a b in eine ſchnelle Bewegung verſetzt wird. Der aufſteigende Theil dieſes Seils nimmt nun allezeit eine gewiſſe Menge Waſſer mit ſich, deren horizontale Durchſchnitte Cirkelringe bilden, welche um das Seil herumgehen, und deren Breite vom Durchmeſſer des Seils und von der Geſchwindigkeit der Bewegung abhängt.

Die obere Rolle A iſt in ein Behältniß C eingeſchloſſen, das im Boden zwo Oefnungen hat, durch welche das Seil hindurchgeht: das Waſſer ſchlägt gegen den gewölbten Deckel dieſes Behältnißes an, und wird von da aus durch die Röhre D in das Gefäß E geleitet.

Um die Urſache der Erhebung des Waſſers zu überſehen, muß man ſich das rauhe Seil, als eine Reihe von Büſcheln vorſtellen, an die ſich zuerſt eine Waſſerſchicht an-

legt, welcher nachher allmählich mehrere Waſſerfäden oder Waſſerringe durch die Adhäſion nachfolgen, ſ. Adhäſion. Dieſe Waſſerringe bilden nun, indem ſie ſich von Schicht zu Schicht vereinigen, eine concentriſche das Seil umringende Waſſerſchale, der das Seil zum Kerne dient, und welche durch die dem letztern mitgetheilte aufſteigende Bewegung erhoben wird. Eben das würde erfolgen, wenn man anſtatt des Seils eine eiſerne Kette gebrauchte: alsdann würde ſich das Waſſer in die Oefnungen der Ringe oder Glieder dieſer Kette hineinſetzen, und mit denſelben aufſteigen.

Um mehr Waſſer zu heben, hat man vorgeſchlagen, ſtatt eines Seils mehrere zu gebrauchen; auch hat die Erfahrung, wenigſtens in Modellen, gelehrt, daß durch Verdoppelung des Seils faſt doppelt ſo viel Waſſer gehoben wird. Zu dieſem Endzwecke bekommen die Rollen A und B auf ihrem äuſſern Umfange doppelte Einſchnitte oder Rinnen, in welche zwey von einander unabhängige Seile ohne Ende eingelegt ſind, die mit einander parallel laufen, und nicht viel weiter, als um die Größe ihres Durchmeſſers, auseinander ſtehen. In dieſem Falle erhebt ſich eine ganze Waſſerſäule zwiſchen den beyden parallelen Seilen. Aber die Seile noch mehr zu vervielfältigen, möchte im Großen wegen des Gewichts der Waſſerſäulen kaum rathſam ſeyn. Ein Strick von 21 Lin. im Umfange hob in $7\frac{3}{4}$ Minuten 250 Pinten Waſſer auf eine Höhe von 63 Fuß. Der Erfinder giebt den Stricken aus Geniſt (Spartium *Linn.*) den Vorzug, weil ſie ſich länger, als andere, im Waſſer erhalten, ohne zu faulen.

Die königliche Societät der Wiſſenſchaften zu Göttingen ſetzte den Preis für 1788 auf die Entwicklung der Theorie und vortheilhafteſten Einrichtung dieſer Maſchine (ſ. Götting. Anzeigen. Jahrg. 1786. 196ſtes Stück S. 1970.); ſie erhielt aber nur eine einzige, dem Zwecke nicht ganz entſprechende Abhandlung (Jahrg. 1788. S. 2041.). Dabey werden Experimentaluntersuchungen erwähnt, welche Deparcieux (in *Bertholet* Mechanique appliquée aux arts et aux manufact. à Paris, 1782. II. Vol. 4.) hierüber angeſtellt, und dadurch ſeiner Meinung nach erwieſen habe, daß

dieſe Maſchine weniger wirkſam ſey, als alle bisher bekannte, und ſelbſt als die Eimermaſchine am gewöhnlichen Ziehbrunnen. Eine Verbeſſerung dieſer Maſchine von **Landriani** wird im Gothaiſ. Mag. (II. B. 2 St. S. 69.) beſchrieben.

Der dieſer Erfindung beygelegte Name der **Funicularmaſchine** bezeichnet ſonſt in der Mechanik **Varignon's** einfache Seilmaſchine, ſ. **Potenzen**.

Von einer neuen der vorigen ſehr ähnlichen, hydrauliſchen Maſchine von **D. Venel**, wo nicht ſo viel Seile nöthig ſind, die auch nicht leicht Schaden und Aufenthalt leidet, ſehr einfach iſt, und das Waſſer 80 Schuh und höher hebt, ſ. Hiſt. et Mém. de la Soc. des Sc. phyſ. de Lauſanne. To. II. 1784—1786. 4.

Sigaud de la Fond Supplément au Dict. de phyſique. Paris, 1782. 8. Art. *Pompes*. p. 463. ſv.

Lichtenberg, Magazin für das Neuſte aus der Phyſik und Naturgeſch. I. B. 3 St. S. 95 u. f.

Verbrennung, das Verbrennen, Combuſtio, *Combuſtion*. Dieſen Namen führt die Zerſetzung der Körper durchs Feuer, beym Zutritte der reinen oder atmoſphäriſchen Luft, ſ. **Feuer**. Es iſt eine der gemeinſten Erſcheinungen, Körper, die man an Lichtflammen und Kohlenfeuer bringt, oder ſonſt hinlänglichen Graden der Hitze ausſetzt, an freyer Luft glühen und in eine Flamme ausbrechen zu ſehen, wodurch ihre vorige Zuſammenſetzung zerſtört, ein großer Theil ihrer Subſtanz in Dämpfen aufgetrieben, und der Rückſtand in Aſche verwandlet wird, ſ. **Flamme, Rauch, Aſche**. Man ſagt alsdann, daß die Körper **brennen**, oder **verbrennen**. Dies findet jedoch nur bey Körpern ſtatt, welche dieſe einmal angefangene Operation aus ſich ſelbſt, auch ohne weitere Mittheilung äuſſerer Wärme, unterhalten können, und daher **verbrennliche, entzündliche, brennbare Körper** (corpora inflammabilia, combuſtibilia) heiſſen; wiewohl die Anzahl der Körper, welche dieſes Vermögen beſitzen, ſehr groß iſt. Man hat daher angenommen, es befinde ſich in ſolchen Körpern ein eigner brennbarer Grundſtof (principium inflammabilita-

tis), ſ. Phlogiſton. Unter dieſer Vorausſetzung kan man ſagen, die Verbrennung ſey die Entbindung des Phlogiſtons aus den Körpern, durch die Wirkung des Feuers oder des Stoffes der Wärme.

Zum erſten Anfange des Verbrennens oder zur Entzündung wird allerdings irgend eine Veranlaſſung erfordert. Dieſe beſteht allezeit in der Mittheilung einer hinlänglichen Hitze, es mag nun dieſelbe von auſſen her kommen, oder durch Reiben erregt werden, oder auch durch innere Bewegungen z. B. durch Gährung und Fäulniß gewiſſer Stoffe u. dergl. entſpringen, ſ. Selbſtentzündungen. Iſt aber der Anfang einmal gemacht, und der Zutritt freyer Luft vorhanden, ſo dauert alsdann die Verbrennung von ſelbſt bis zur gänzlichen Zerſtörung des Körpers fort, und es entbindet ſich dabey durch Glühen und Flamme eine ungemeine Menge von Wärmeſtof, welche alle berührende oder benachbarte verbrennliche Körper mit entzündet, ſo daß aus dem kleinſten Funken der verderblichſte Brand entſtehen kan.

Körper, welche das Brennbare in Menge und in öligter Geſtalt enthalten, z. B. Holz und andere trockne Subſtanzen des Pflanzenreichs, Harze, Oele, Fette u. dergl. brennen leicht, mit einer glänzenden und mit Rauch und Ruß begleiteten Flamme. Andere, die zwar viel Phlogiſton, aber nicht in öligter Geſtalt, bey ſich haben, oder in denen daſſelbe nicht feſt gebunden iſt, brennen zwar auch leicht, aber ohne Rauch und Ruß, wie z. B. der Weingeiſt, Schwefel, Phosphorus, die Kohlen und einige metalliſche Stoffe, insbeſondere der Zink. Diejenigen endlich, welche nur wenig oder ein mit ihren unverbrennlichen Beſtandtheilen feſt verbundenes Phlogiſton beſitzen, wie gewiſſe thieriſche Kohlen, das Lampenſchwarz, die Pflanzenaſche u. dergl. verbrennen ſchwer, ohne merkliche Flamme und mit einem bloßen Glühen.

Ein Hauptgeſetz bey der Verbrennung iſt dieſes, daß ſie nie ohne den Beytritt der Luft erfolgt, daß ſie deſto ſchneller und vollkommner geſchieht, je reiner die Luft iſt, und je unmittelbarer dieſelbe den verbrennlichen Körper berührt,

und daß der reinere Theil der Luft auf die Verbrennung verwendet, oder durch dieſelbe verzehrt wird. Man findet dieſes Geſetz durch alle Verſuche beſtätiget, welche mit brennenden Kerzen oder brennendem Phosphorus, Schwefel u. dergl. unter gläſernen Glocken im pnevmatiſch-chymiſchen Apparate angeſtellt werden, und bey den Worten Gas, phlogiſtiſirtes (Th. II. S. 404 u. f.), Phosphorus (Th. III. S. 483.), Schwefel (Th. III. S. 877.) angeführt ſind. Dieſe zeigen unwiderſprechlich, daß die Verbrennung der Körper der atmoſphäriſchen Luft ihren reinern Theil (ſ. Gas, dephlogiſtiſirtes) entziehe und den übrigen Theil in Geſtalt des ſogenannten phlogiſtiſirten Gas zurück laſſe, daß die Verbrennung unter Glocken aufhöre, wenn der reinere Theil der darunter befindlichen Luft erſchöpft iſt, und daß daher zu jeder Verbrennung eine gewiſſe verhältnißmäßige Menge dephlogiſtiſirter oder reiner Lebensluft erfordert werde. Dies beſtätiget ſich noch mehr dadurch, weil die durch Kunſt bereitete reine Luft, welche von dem unreinen Theile der atmoſphäriſchen ganz frey iſt, die Verbrennung in einem erſtaunlich hohen Grade befördert, ſ. Gas, dephlogiſtiſirtes (Th. II. S. 376).

Aus dieſem Grunde brennen flüßige Stoffe, ſelbſt die entzündlichſten, z. B. Weingeiſt und ätheriſche Oele, nur auf der Oberfläche, mit der ſie die Luft unmittelbar berühren. Hingegen brennen die in Dampf verwandelten entzündlichen Körper, welche in dieſer Geſtalt von allen Seiten mit Luft umgeben ſind, ſchnell und augenblicklich hinweg. Und eben dies iſt die Urſache, warum gewiſſe ſehr brennbare Körper, z. B. fette Oele, Talg u. ſ. w. nicht eher brennen, als bis ſie (durch Hülfe des Dachts) zur Verdampfung erhitzt werden, weil ſonſt ihre zähe dickflüßige Beſchaffenheit den Zutritt der Luft zu den in Brand zu ſetzenden Theilen abhält, und die Flamme erſticket.

Es folgt auch hieraus, daß man zu Begünſtigung der Verbrennung ſo viel Theile des Körpers, als nur immer möglich iſt, der Luft ausſetzen, und die den Körper berührende Luft von Zeit zu Zeit erneuern muß, worauf ſich die Wirkung der Gebläſe und Zugöfen gründet.

Die Veränderung der Luft durchs Verbrennen, nebſt den dabey vorkommenden auffallenden Erſcheinungen, iſt erſt ſeit Prieſtley's Unterſuchungen über die Gasarten der Gegenſtand einer allgemeinen und vorzüglichen Aufmerkſamkeit geworden. Da man ſonſt die Luft nur als ein Mittel anſahe, das die wäſſerichten Theile der Flamme auflöſe und fortführe, oder durch ſeinen mechaniſchen Druck die Theile der Flamme ſelbſt zuſammenhalte; ſo lernte man jetzt in ihr ein zur Verbrennung weſentliches chymiſches Zwiſchenmittel kennen, das bey dieſer Operation ſelbſt zerſetzt wird, und deſſen Beſtandtheile dabey in andere Verbindungen treten. Hieraus ſind nun verſchiedene neuere Erklärungsarten der Verbrennung entſtanden, unter denen ſich vorzüglich die Theorien der Herren Scheele, Lavoiſier, Crawford und de Lüc auszeichnen, ſ. **Feuer**, **Phlogiſton**. In den gegenwärtigen Artikel gehört von dieſen Theorien nur dasjenige, was dabey die Verbrennung ganz eigentlich angeht.

Nach Scheele (Chemiſche Abhandlung über Luft und Feuer. Neue Ausgabe. Leipz. 1782. 8. §. 76.) erfolgt die Verbrennung, indem das Phlogiſton des brennbaren Körpers in eine ſolche Bewegung geſetzt wird, daß es die in der Atmoſphäre befindliche reinere Luft (Scheelens **Feuerluft**) anzieht, und ſich mit ſelbiger zu einer Materie vereiniget, welche man die **Hitze** nennt. Dieſe Hitze, wenn ſie ſich mit noch mehrerem Brennbaren aus dem Körper verbindet, erzeugt hiedurch **umherſtralende Hitze**, und endlich **Licht**. Alle dieſe hervorgebrachten Subſtanzen können die Gefäße durchdringen und verfliegen. So werden alſo nach und nach alle brennbare Theile des Körpers mit Feuerluft zu Hitze verbunden und zerſtreut. Der Rückſtand der atmoſphäriſchen Luft, in welcher die Verbrennung geſchehen iſt, erſcheint theils als phlogiſtiſirte Luft, theils als Luftſäure. Erſtere war von Natur in der atmoſphäriſchen Luft befindlich, die letztere wird aus den verbrannten Stoffen, vornehmlich des Pflanzenreichs, als ein Beſtandtheil derſelben, eben ſo entbunden, wie bey Verbrennung des Schwefels und Phosphorus die Schwefel- und Phosphorſäure entbun-

den werden. Es iſt hiebey nicht leicht zu begreifen, wie aus der Feuerluft und dem Phlogiſton, welche für ſich allein keine Gefäße durchdringen, die umherſtralende und durch die Gefäße dringende Hitze entſtehen ſoll; auch bemerkt man beym Verbrennen in verſchloßnen Gefäßen keinen Verluſt am Gewichte des Ganzen, der ſich doch zeigen müſte, wenn die Feuerluft mit dem Phlogiſton durch die Wände der Gefäße entwiche. Endlich iſt nicht wahrſcheinlich, daß Licht und Hitze aus einerley Beſtandtheilen zuſammengeſetzt ſeyn ſollten.

Lavoiſier (Mém. ſur la combuſtion en general in Mém. de l'acad. de Paris, 1777. p. 592. deutſch in Crells neuſten Entdeck. Th. V. S. 188.), der das Phlogiſton gänzlich aus der Chymie entfernen will, ſucht den Grund der Verbrennung einzig und allein in der reinen Luft, die er aus dem Stoffe der Wärme und einem eignen Grundſtoffe der Säure (*Principe oxygène*) zuſammenſetzt. Der Wärmeſtof iſt dabey das Auflöſungsmittel, welches das Oxygen in ſich hält und durch daſſelbe gemildert wird. So bald nun ein hinlänglich erhitzter Körper die Luft berührt, ſo zerſetzt er ihre Miſchung, bemächtiget ſich des ſauren Grundſtofs, und erzeugt mit demſelben eine eigne ſeiner Natur gemäße Säure, z. B. die Kohle Luftſäure, der Schwefel Schwefelſäure u. ſ. w. Der freygewordene Wärmeſtof der Luft hingegen ergreift und verflüchtigt alle durch ihn auflösliche Subſtanzen, und zeigt ſich durch Hitze und Licht, als Flamme. Was man dieſem antiphlogiſtiſchen Syſtem, ſo einfach es zu ſeyn ſcheint, entgegenſetzen könne, habe ich bey den Worten **Feuer** und **Phlogiſton** kürzlich angeführt*).

*) Seit der Zeit, in der ich jene Artikel ſchrieb, hat ſich dieſes Syſtem in Frankreich ungemein verbreitet, und ſelbſt in England und Deutſchland mehr Anhänger gefunden. Da es von der Zuſammenſetzung vieler Stoffe ganz neue, den bisherigen entgegengeſetzte, Begriffe annimmt, ſo hat man es zugleich mit einer neuen Nomenclatür verbunden, durch welche die ganze bisher gewöhnliche Sprache der Chymie umgeſchaffen wird. So heißt der Grundſtof der Säuren Oxy-

D. Crawford's Theorie von Wärme und Feuer iſt nach der erſten Ausgabe ſeines Buchs vom J. 1779, beym Worte Feuer (Th. II. S. 218 u. f.) vorgetragen. Was die Verbrennung angeht, findet ſich dort S. 222. Es werden nemlich Feuer und Phlogiſton, als entgegengeſetzte Stoffe betrachtet, die einander wechſelsweiſe austreiben. Freyes Feuer wirkt auf die entzündlichen Körper ſelbſt, als Auflöſungsmittel. Die reine Luft enthält eine große Menge Feuer in ſich, das ſie fahren läſt, indem ſie ſich mit dem aus dem brennenden Körper entwickelten Phlogiſton verbindet. So bald alſo brennbare Körper bis auf einen gewiſſen Grad erhitzet, oder von freyem Feuer durchdrungen ſind, ſo wird ihr Phlogiſton entbunden und von der Luft angezo-

genium (*Oxygène*), der Wärmeſtof Caloricum (*Calorique*), der Stof der brennbaren Luft *Hydrogène*, der der phlogiſtiſirten *Azote*, die Metallkalke Oxyda (*Oxides*), die Verkalkung Oxydatio. Die Neutral- und Mittelſalze bekommen Namen, die von ihren Säuren entlehnt und in as und is (*ate, ite*) geendigt ſind, wie Sulfas potaſſae (vitrioliſirter Weinſtein) Nitras potaſſae (prismatiſcher Salpeter), Phosphis potaſſae, Sulfas ferri (Eiſenvitriol) u. ſ. w. Dieſe Sprachrevolution iſt doch ein wenig gewaltſam, und für den Liebhaber der Chymie deſto beſchwerlicher, da die neuen barbariſchen Kunſtwörter jedes an Eleganz der alten Sprachen und Reinigkeit der Etymologie gewöhnte Ohr beleidigen. Inzwiſchen wird es nun faſt nothwendig, dieſe Sprache zu ſtudiren. Die Annales de Chimie, welche die Herren de Morveau, Lavoiſier, Monge, Bertholet, Fourcroy rc. zu Paris ſeit 1789 herausgeben, beobachten durchgängig dieſe neue Nomenclatur mit ſichtbarer Anſtrengung, wie dies auch die genannten Chymiker in ihren übrigen Schriften thun. Sehr verdienſtlich iſt es von Herrn D. Gren, daß er in ſeinem allgemein nützlichen Journale der Phyſik aus dieſen Schriften Auszüge in der gewöhnlichen alten Sprache mittheilt. Ein kleines alphabetiſches Verzeichniß der neuen Namen findet man im Journal de phyſique Sept. 1787. p. 210, und aus demſelben in Herrn Göttlings Taſchenbuche für Scheidekünſtler, für 1790. S. 147 u. f. Ein weitläuftigeres mit lateiniſchen und franzöſiſchen Namen in der Table des matieres pour les LXV. premiers Vol. du Journal de Medicine. Paris, 1788. 4maj. p. 81. ſqq.

gen, die dagegen ihr Feuer hergiebt, und dadurch die Auflöſung der Körper unterhält und verbreitet. Da auch die Körper nicht alle aus der Luft entbundene Wärme in ſich ſaugen können, ſo entſteht aus dem Ueberſchuſſe derſelben die heftige Hitze und das Licht, welches wir beym Verbrennen gewahr werden.

Seitdem hat Herr Crawford in einer neuen Ausgabe ſeines Buchs (Exp. and obſerv. on animal Heat and the Inflammation of combuſtible bodies, the 2d edit. London, 1788. 8. überſ. durch Veranſtaltung Hrn. Crells. Leipzig, 1789. 8.) viele Zuſätze und Abänderungen ſeiner Verſuche bekannt gemacht, wodurch er jedoch die ihm gemachten Einwürfe nicht ſattſam abgelehnt, vielmehr ſeine, an ſich ſehr ſinnreiche, Theorie neuen Einwendungen ausgeſetzt zu haben ſcheint.

Er läugnet, daß die Bindung der freyen Wärme in Körpern, welche viel Capacität gegen das Feuer (viel ſpecifiſche oder comparative Wärme) beſitzen, in einer wahren chymiſchen Vereinigung mit denſelben beſtehe. Er drückt den Satz, daß die Capacitäten der Körper gegen die Wärme durch die Verbindung mit Phlogiſton vermindert und durch den Verluſt des Brennſtofs vermehrt werden (vermuthlich um den Gegnern des Phlogiſtons gefällig zu ſeyn) nunmehr ſo aus:

> Die comparativen Quantitäten der Wärme in Körpern, von welchen man vorausſetzt, daß ſie Phlogiſton enthalten, wachſen durch die Veränderungen, welche dieſe Körper beym Verkalken und Verbrennen erleiden.

Da auch ſeit der erſten Ausgabe des Werks die ſo berühmte Waſſererzeugung aus brennbarer und dephlogiſtiſirter Luft bekannt geworden iſt, ſo nimmt Herr C. nunmehr an, daß Oel, Wachs, Talg und die meiſten entzündlichen Subſtanzen eine doppelte Art von brennbarer Luft enthalten, wovon die eine dem leichtern entzündlichen Gas der Metalle, die andere dem ſchwerern ähnlich ſey, das man durch trokne Deſtillation aus den Pflanzen erhält. Jene

erzeuge bey der Verbrennung durch ihre Verbindung mit reiner Luft Waſſer, dieſe hingegen fixe Luft. Endlich weichen auch die Reſultate der Verſuche, ſo wie ſie in dieſer neuen Auflage angegeben werden, zum Theil ſehr weit von den ehemaligen Angaben ab. So wird z. B. das Verhältniß der comparativen Wärmen des Waſſers und der atmoſphäriſchen Luft, wie 1 : 1,796, geſetzt, da es in der erſten Ausgabe, wie 1 : 18,673, angegeben war. Dieſe Verſchiedenheit iſt doch zu auffallend, und kan kein günſtiges Vorurtheil für die gebrauchten Methoden der Unterſuchung erwecken.

Herr D. Gren (Prüfung der neuern Theorien über Feuer, Wärme rc. im Journ. der Phyſik, J. 1790. I. B. I. Heft S. 3 u. f. II. Heft S. 189 u. f.) hat von den Einwürfen, die ſich dem Crawfordiſchen Syſtem in dieſer neuen Geſtalt entgegenſetzen laſſen, eine ſchöne und deutliche Ueberſicht gegegeben. Zuerſt iſt es wohl ein bloßer Wortſtreit, wenn die chymiſche Vereinigung des Wärmeſtofs mit den Körpern beſtritten, dabey aber doch angenommen wird, daß beyde in eine ſolche Verbindung treten, die den Wärmeſtof ſeiner charakteriſtiſchen Wirkungen im freyen Zuſtande beraubt. Dies iſt doch eben das, was man ſonſt unter Bindung oder chymiſcher Vereinigung verſteht, und bleibt immer daſſelbe, wenn es gleich unter dem Namen einer größern Capacität, oder mehrern ſpecifiſchen Wärme verſteckt wird. Ferner hält es Herr Gren für unerwieſen, daß Licht und Wärme von einerley Stof herrühren, und die mit Licht begleitete Hitze blos in einer Anhäufung des Wärmeſtofs beſtehe. Hauptſächlich tadlet er drittens, daß C. bey ſeinen zur Beſtimmung der comparativen Wärmen angeſtellten Verſuchen oft Körper vermiſcht, welche ſich auflöſen, und durch Einwirkung auf einander Wärme oder Kälte hervorbringen, wie dies z. B. bey der Vermiſchung von Waſſer und Mehl geſchieht, welche empfindbare Wärme hervorbringt. In ſolchen Fällen werden die Veränderungen der Temperatur nicht durch die Vertheilung der mitgetheilten Wärme allein, ſondern zugleich durch die neuentbundene Wärme bewirkt, welches die Reſultate fehlerhaft macht.

Ueberdies ſind, wie auch Herr de Lüc tadlet (ſ. Feuer, Th. II. S. 227.), die Capacitäten der Körper nicht durch Vergleichung ihres Volumens, ſondern ihres Gewichts, beſtimmt; und bey der Reduction auf die Räume ſchwinden die großen Vorſtellungen von der Menge der in der Luſt enthaltenen abſoluten Wärme ungemein zuſammen. Wenn z. B. ein Pfund reine Luft $4\frac{3}{4}$ mal mehr abſolute Wärme hat, als 1 Pfund Waſſer, ſo hat 1 Cubikzoll ſolcher Luft wenigſtens 168 mal weniger, als 1 Cubikzoll Waſſer. Die Veränderungen der Temperaturen, aus welchen die comparativen Wärmen der Luftarten berechnet ſind, betragen nicht über $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ des fahrenheitiſchen Grades, mithin ſo ungemein wenig, daß dabey Irrthümer faſt unvermeidlich ſind. Der Hauptſatz, daß die Capacität der Körper in dem Maaße wachſe, wie ſie dephlogiſtiſirt werden, iſt durch allzuwenig Erfahrungen beſtätiget. Die Metalle haben zwar eine geringere Capacität, als ihre Kalke; dagegen aber haben Holz und Kohlen nach Herrn C. eignen Verſuchen mehr Capacität, als die Holzaſche; das Blut der Pulsadern (das doch viel Brennſtof hat) mehr, als das Waſſer, und die brennbare Luft, die doch das Phlogiſton ſelbſt ſeyn ſoll, mehr als die meiſten andern Körper.

Gegen Crawford's Erklärung des Verbrennens wendet Herr Gren ein, daß den Verſuchen gemäß beym Verbrennen nur dann fixe Luft zum Vorſchein komme, wenn der ſaure Stof derſelben ſchon vorher in den Körpeen vorhanden geweſen ſey, wie z. B. bey der Kohle und den organiſirten Körpern, aus denen man auch durch andere Zerſetzungen Luftſäure erhalten kan; daß die Waſſererzeugung aus dephlogiſtiſirter Luft noch nicht erwieſen und die Verſchiedenheit des Phlogiſtons, wovon die eine Art fixe Luft, die andere Waſſerdampf erzeugen ſoll, unwahrſcheinlich ſey; daß bey andern ſchnellen Phlogiſtiſirungen der Luft, z. B. durchs Athemholen, durch Salpeterluft u. ſ. w. kein Feuer oder keine mit Licht begleitete Wärme entſtehe, woraus er ſchließt, daß man die Quelle des Feuers nicht mit Crawford in der reſpirabeln Luft, ſondern in dem entzündlichen Körper ſelbſt, zu ſuchen habe.

Herrn de Lüc Theorie des Feuers iſt an einer andern Stelle (Th. II. S. 225.) umſtändlicher vorgetragen worden. Ich bemerke hier nur, daß dieſer Gelehrte die Wärme bey der Verbrennung als Wirkung des unzerſetzten Feuers, das Leuchten als Wirkung des zerſetzten betrachtet. Er nimmt zweyerley Arten des Verbrennens an. Bey der erſten, wobey die dephlogiſtiſirte Luft nicht zerſtört wird, kömmt die Wärme blos von dem im brennbaren Körper enthaltenen Feuer her, und es geht an die Stelle der verwendeten reinen Luft nur dasjenige über, was ſonſt in die Zuſammenſetzung der brennbaren Luft kömmt, und vielleicht das Phlogiſton iſt. Dieſes bildet fixe Luft. Auf dieſe Art geſchieht das Verbrennen der Kohle. Eine zweyte Art der Verbrennung aber entſteht, wenn ſo viel Wärme vorhanden iſt, daß das aus dem Körper entbundene in Geſtalt der brennbaren Luft, bis zum 650ſten fahrenheitiſchen Grade (*chaleur brûlante*) erhitzt, die reine Luft erreicht. In dieſem Falle entzünden und zerſetzen ſich beyde Luftarten bey ihrer Berührung. Sie verwandlen ſich in einen mit freyem Feuer überladnen Waſſerdampf, oder die Flamme, deren große Hitze von der Menge des plötzlich befreyten Feuers, und ihr Licht von der Zerſetzung eines Theils deſſelben herrührt. So brennen der Phosphorus, der Dacht der Argandiſchen Lampe u. dergl. mit weit größerer Hitze, die nicht aus dem entzündlichen Körper allein, ſondern zugleich aus der Luft herkömmt. Die gemeinen Flammenfeuer halten das Mittel zwiſchen beyden Arten, und jede Verbrennung iſt deſto vollkommner, je mehr ſie ſich der der zweyten Art nähert.

Herr D. Gren ſieht das Phlogiſton als eine aus Licht und Wärmeſtof zuſammengeſetzte Subſtanz an, die mit den verbrennlichen Körpern chymiſch vereiniget iſt, und für welche die reine oder reſpirable Luft ein Auflöſungsmittel abgiebt. Durch hinlängliche Erhitzung wird der Zuſammenhang des Phlogiſtons mit den übrigen Beſtandtheilen des Körpers geſchwächt, und es erfolgt eine Auflöſung deſſelben in der reinen Luft. Da dieſe mit Zerſetzung begleitet iſt, ſo zeigen ſich beyde Beſtandtheile des Phlogiſtons, Licht

und Wärme. Die reine Luft bindet ſie zum Theil wieder zu Phlogiſton, und wird dadurch ſelbſt phlogiſtiſirt. Iſt das Brennbare in einem Körper ſo wenig gebunden, daß es die Luft auch ohne äuſſere Erhitzung frey machen kan, ſo geht es unzerſetzt, d. i. ohne Feuer zu bilden, in die Luft über, und phlogiſtiſirt ſie, wie beym Athmen der Thiere, der Phlogiſtiſirung durch Salpeterluft, dem Verwittern der Schwefelleber, dem Roſten der Metalle an der Luft u. ſ. w. Man kan nicht läugnen, daß dies eine ſehr leichte und ungezwungne Erklärungsart ſey.

Es kommen aber bey der Verbrennung noch die beyden merkwürdigen Erſcheinungen vor, daß 1) die Luft, worinn ein Körper verbrennt, ſowohl am Volumen, als auch an abſolutem und ſpecifiſchem Gewicht deſto mehr abnimmt, je mehr ſie phlogiſtiſirt wird, und 2) daß der Rückſtand des verbrannten Körpers (wenn nichts Flüchtiges, d. i. kein Dampf oder Rauch davon geht) um eben ſo viel am Gewichte zunimmt, als die Luft daran abgenommen hat. Dies ſcheint anzuzeigen, daß aus der Luft ein ſchwerer Beſtandtheil hinweg und in den brennenden Körper übergehe; da doch nach den phlogiſtiſchen Syſtemen vielmehr der brennende Körper ſein Phlogiſton verliert und an die Luft überliefert. Dieſe Schwierigkeit fällt im antiphlogiſtiſchen Syſteme, wo der brennende Körper, (wenn nichts verflüchtigt wird) nichts abgiebt, und doch aus der Luft das *Oxygene* annimmt, gänzlich hinweg, und von Herrn **Gren** wird ſie dadurch gehoben, daß er das Phlogiſton als einen abſolut leichten, das Gewicht der Körper vermindernden, Stof betrachtet, ſ. **Phlogiſton, Wärme.** Die andern Syſteme nehmen an, es werde der Luft wirklich etwas entzogen und mit dem Rückſtande verbunden, und dieſes habe mehr Gewicht, als das dem Körper entzogne und mit der Luft verbundene Phlogiſton. Dieſer ſchwere mit dem Rückſtande der Verbrennung verbundene Theil kan entweder die dephlogiſtiſirte Luft ſelbſt, oder ein Theil des aus der Verbrennung erzeugten Waſſers ſeyn, wiewohl ſich auch dieſen Meinungen nicht unerhebliche Schwierigkeiten entgegen ſetzen laſſen, ſ. **Verkalkung.**

Man wird hieraus leicht überſehen, wie räthſelhaft noch immer die ſo wichtige Theorie der Verbrennung bleibe, und wie nöthig es ſey, die Unterſuchungen darüber mit unermüdetem Eifer fortzuſetzen.

Macquer chymiſches Wörterbuch durch Leonhardi, Art. Verbrennung.

Gren Grundriß der Naturlehre. Halle. 1788. 8. §. 732 u. f.

Ebend. Journal der Phyſik. Halle und Leipzig. 1790. gr. 8. Erſtes u. Zweytes Heft. S. 3 u. f. 187 u. f.

Neue Ideen über die Meteorologie von J. A. de Lüc, a. d. frz. Berlin, 1787. gr. 8. I. Th. §. 180 u. f.

Verdampfung, ſ. **Dämpfe**.

Verdichtung, Condenſatio, *Condenſation.* Ueberhaupt heißt Verdichtung diejenige Veränderung der Körper, wodurch ihre Dichte vergrößert wird, oder, was eben ſo viel iſt, wodurch ihre Theile einander näher gebracht und in einen engern Raum, als ſie vorher einnahmen, zuſammengedrängt werden.

Dieſe Verdichtung eines Körpers kan durch den Druck äuſſerer Kräfte geſchehen, und führt in dieſem Falle den beſondern Namen der **Compreſſion** oder **Zuſammendrückung**. So laſſen ſich alle bekannte Körper verdichten, wiewohl bey manchen eine äuſſerſt beträchtliche Kraft dazu würde erfordert werden, ſ. **Compreſſibilität**. Eigne Maſchinen zur Zuſammendrückung der Luft und anderer elaſtiſchen Flüßigkeiten werden bey dem Worte **Compreſſionsmaſchine** beſchrieben.

Eine andere Urſache der Verdichtung iſt die **Kälte**, oder die Entziehung der freyen empfindlichen Wärme, deren Mangel alle Körper in einen engern Raum zuſammenbringt, ſ. **Kälte**, **Thermometer**. Daß einige flüßige Körper, wenn ſie durch die Kälte in den feſten Zuſtand übergehen, ſich ausdehnen, iſt zwar eine Ausnahme von dieſer Regel, die aber von fremden Urſachen herrührt, ſ. **Eis**, **Gefrierung**. Die Verdichtung der Körper durch die Kälte, oder überhaupt durch chymiſche Mittel, wobey

keine äuſſere mechaniſche Gewalt mitwirkt, heißt die Zuſammenziehung (contractio), weil ſie als eine Wirkung der Cohäſionskraft der Theile angeſehen werden kan.

Insbeſondere führt den Namen der **Verdichtung** oder **Condenſation**, der Uebergang dampfförmiger Subſtanzen in die Geſtalt tropfbarer Flüßigkeiten. So werden bey der Deſtillation die übergetriebnen Dämpfe in der kühlern Vorlage zu Liquoren **verdichtet**. Dieſe Verdichtung wird durch die Entziehung des Wärmeſtofs bewirkt, deſſen Verbindung mit den Subſtanzen die Urſache ihrer Dampfgeſtalt war.

Der Verdichtung iſt die Ausdehnung oder Ausbreitung entgegengeſetzt, ſ. Ausdehnung (Th. I. S. 204).

Verdickung, Eindickung, Inſpiſſatio, *Inſpiſſation.* Mit dieſem Namen belegt man das Abdampfen, wenn dadurch ſolche flüßige Materien, welche aus dünnflüßigen und zähen Theilen zugleich zuſammengeſetzt ſind, ihrer dünnflüßigen flüchtigen Theile beraubt und zu einer zähern Conſiſtenz gebracht werden.

Verdünnung, Rarefactio, *Raréfaction.* Man verſteht unter dieſem Namen die Verbreitung eines Körpers durch einen größern Raum, als er vorher einnahm, ſ. Ausdehnung, Ausbreitung. Durch die Wärme werden alle bekannte Körper ausgedehnt oder verdünnt. Die elaſtiſchen Flüßigkeiten, d. i. Luftarten und Dämpfe, welche vom Gewichte des Luftkreiſes zuſammengedrückt, oder von den Wänden der Gefäße zuſammengehalten werden, verdünnen ſich ſelbſt durch ihre Federkraft, ſo bald ihnen nur ein größerer Raum verſtattet oder der Druck weggenommen wird. Hierauf beruht die Einrichtung der Luftpumpe.

In einer andern Bedeutung heißt **Verdünnen** (diluere, *raréfier*) eine dickflüßige Subſtanz mit einer dünnflüßigern, oder eine wirkſamere mit einer unwirkſamern dergeſtalt vermiſchen, daß jene dadurch dünnflüßiger oder in ihrer Wirkſamkeit geändert wird. So verdünnt man die concentrirten Säuren, Weingeiſt u. ſ. w. mit Waſſer.

Verfinſterungen, ſ. Finſterniße.

Verglaſung, Vitrificatio, *Vitrification.* Die Verglaſung iſt eine Art der Schmelzung, wodurch harte feſte Körper in Fluß gebracht, und in Glas, d. i. in ein Product verwandlet werden, welches man nach dem Erkalten mehr oder weniger durchſichtig, glänzend, hart, ſpröde, unauflöslich und endlich wieder im Feuer ſchmelzbar findet, ſ. Glas. Die **vollkommne** Verglaſung, welche mit einer völligen Auflöſung und Schmelzung aller Theile begleitet iſt, liefert durchgängig gleichförmige und ganz durchſichtige Gläſer; die **unvollkommne** hingegen, wobey viele Theile ungeſchmolzen bleiben, wenigſtens nicht bis zur Verglaſung geſchmolzen werden, giebt undurchſichtige oder nur halbdurchſichtige Producte, die oft nur auf dem Bruche glaſigt und glänzend ausſehen, und beſonders bey den Hüttenarbeiten den Namen der **Schlacken** (ſcoriae) erhalten.

Die der Verglaſung fähigen Stoffe ſind insgemein erdigte, ſalzige und metalliſche Gemiſche. Die Erden ſind zwar an ſich deſto unſchmelzbarer, je größer ihre Reinigkeit iſt; in der Vermiſchung aber dienen ſie einander ſelbſt zu Schmelzungsmitteln. Kieſelerde, Kalk- und Thonerde, die für ſich allein nicht im Feuer fließen, geben nach gewiſſen Verhältnißen vermiſcht, in ſtarker Hitze ein vollkommnes Glas (ſ. **Scheffers** chem. Vorleſ. § 75. c.). Die Kalke der unvollkommnen Metalle fließen meiſtentheils ſchon für ſich im Feuer zu glasartigen Maſſen, welches man dem noch mit ihnen vereinigten Phlogiſton zuſchreibt. Vor allen andern ſind die Bleykalke zur Verglaſung geſchickt, und geben ſchon für ſich allein bey mäßigen Graden der Hitze ein Bleyglas, deſſen Schmelzbarkeit, Dünnflüßigkeit und Wirkſamkeit ſo groß iſt, daß es alle Schmelztiegel durchdringt, ſ. **Bley** (Th. I. S. 365). Durch Vermiſchung metalliſcher Kalke mit Erden erhält man ſehr dichte und ſchwere Glasarten, die nicht ſo ſpröde ſind, die plötzliche Abwechſelung der Hitze und Kälte beſſer aushalten und ſich glätter anfühlen.

Sehr viele ſalzige Stoffe, welche den nöthigen Grad der Feuerbeſtändigkeit haben, insbeſondere die feuerbeſtändigen Laugenſalze und der Salpeter, äuſſern beym Schmelzen auf die Kieſelerde eine große Wirkſamkeit. Daher wird das gemeine Glas aus Sand mit Aſche, oder andern laugenartigen Subſtanzen, bereitet. Einige Salze, welche viel erdigten Grundſtof bey ſich führen, z. B. Borax und ſchmelzbares Harnſalz, ſchmelzen ſchon ohne erdigten Zuſatz zu glasartigen Maſſen. Auch der Arſenik kan, ſeiner großen Flüchtigkeit ohnerachtet, als Schmelzungsmittel beym Verglaſen gebraucht werden. Die mit reinen Salzen bereiteten Gläſer ſind nicht ſo ſchwer und hart, als die metalliſchen, aber glänzender und zerbrechlicher, und wenn die Salze darinn die Oberhand haben, ſo laſſen ſie ſich von den Säuren angreifen, und verlieren an der Luft ihren Glanz und ihre Durchſichtigkeit.

Das Gemenge, woraus Glas geſchmolzen werden ſoll, heißt der **Einſatz**, oder die **Fritte**. Dieſe Fritte wird vorher in dem Calcinir- oder Glühofen unter beſtändigem Umrühren gebrannt und ausgeglühet, um ſie von dem überflüßigen Phlogiſton und von der im Laugenſalze enthaltenen Luftſäure zu befreyen; dann aber in ſtarken irdenen Gefäßen im Glas- oder Schmelzofen bey dem dazu erforderlichen anſehnlichen Grade der Hitze geſchmolzen, bis ſie gleichartig und dünn genug fließt, und die herausgenommenen Tropfen keine Blaſen mehr zeigen. Iſt das Salz nicht rein geweſen, ſo ſondert ſich oben die **Glasgalle** (Axungia, fel vitri) ab, welche man ſorgfältig abnimmt, weil ſie ſonſt unverglaſete Knoten in der Glasmaſſe bilden würde. Die den ſalzigen Gläſern anhängende grünliche oder olivenähnliche Farbe benimmt man ihnen durch Beymiſchungen von Braunſtein oder weißem Arſenik, und kühlt das Glas, wenn es durch Blaſen oder in Formen die verlangte Geſtalt bekommen hat, im Kühlofen nach und nach ab, weil es durch ein allzuſchnelles Erkalten an der Luft zuviel Sprödigkeit annehmen würde, ſ. **Glas**.

Macquer chymiſches Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Verglaſung.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der Chemie, I. Theil §. 595. u. f.

Vergrößerung, Amplificatio, *Amplification.* Die Wirkung optiſcher Werkzeuge, insbeſondere der Fernröhre und Mikroſkope, durch welche dieſelben Dinge, die dem bloßen Auge unter einem kleinern Sehewinkel erſcheinen, dem mit dieſen Werkzeugen verſehenen oder **bewafneten** Auge unter einem größern Sehewinkel darſtellen. Man drückt die Größe dieſer Wirkung ganz natürlich durch das Verhältniß beyder Sehewinkel aus, deſſen Exponent alsdann die **Vergrößerungszahl** genannt wird. So ſagt man, die Vergrößerung ſey zehnfach, wenn der Gegenſtand durchs Fernrohr unter einem zehnmal größern Sehewinkel erſcheint, als wenn man ihn mit dem bloßen Auge betrachtet.

Die Größe des Sehewinkels, unter welchem Gegenſtände dem bloßen Auge erſcheinen, hängt von der Entfernung ab, aus der man ſie betrachtet. Will man alſo die Sehewinkel fürs bloße Auge als unveränderliche Größen anſehen, und mit den Sehewinkeln fürs bewafnete Auge vergleichen, ſo muß man einen beſtimmten Ort, wo das Auge ſtehen ſoll, feſtſetzen. Jede Angabe der Vergrößerung eines optiſchen Werkzeugs ſupponirt eine ſolche beſtimmte Stelle des bloßen Auges, aus welcher daſſelbe den Gegenſtand betrachten müſte, wenn er unter dem natürlichen unvergrößerten Sehewinkel erſcheinen ſollte.

Bey den **Fernröhren**, welche zu Betrachtung ſehr weit entlegner Dinge dienen, nimmt man den unvergrößerten Sehewinkel ſo an, wie er ſich darſtellen würde, **wenn das bloße Auge an der Stelle des letzten Glaſes (des Objectivglaſes) ſtünde.** Man ſtellt ſich gleichſam das ganze Fernrohr, als eine Verlängerung des Auges ſelbſt vor, und ſetzt des letztern Grenze an das Ende des erſtern. Iſt nemlich der Gegenſtand unendlich entlegen, ſo erſcheint er dem bloßen Auge unter einerley Sehewinkel, es mag ihn aus dem erſten oder aus dem letzten Ende des Fernrohrs betrachten.

So iſt beym galileiſchen Fernrohre, Taf IX. Fig. 24. die Vergrößerungszahl $= \frac{aVb}{aCb}$ (oder, wenn die Winkel klein ſind, $= \frac{\text{tang. } aVb}{\text{tang. } aCb}$), und eben ſo beym aſtronomiſchen, Taf. IX. Fig. 25, und beym Erdrohre, Taf. IX. Fig. 26. Bey den erſten beyden Werkzeugen iſt die Vergrößerungszahl dem Quotienten der Brennweite des Vorderglaſes durch die Brennweite des Augenglaſes gleich, und eben dieſes findet auch beym Erdrohre ſtatt, wenn die drey Augengläſer einerley Brennweite haben. Doch iſt dieſe Regel auf die gewöhnliche Stellung der Fernröhre für entfernte Gegenſtände und weitſichtige Augen eingeſchränkt: wenn man für nahe Gegenſtände das Fernrohr auseinander zieht, oder für kurzſichtige Augen verkürzt, ſo wird in jenem Falle die Vergrößerung ſtärker, in dieſem geringer, ſ. **Fernrohr** (Th. II. S. 187. 190. 196).

Bey den **Spiegelteleſkopen** nimmt man den unvergrößerten Sehewinkel ſo an, wie ihn das bloße Auge aus der Stelle des größern Spiegels (der hier die Stelle des Objectivglaſes vertritt) ſehen würde. So iſt beym gregorianiſchen Teleſkop, Taf. XXIII. Fig. 23, die Vergrößſerungszahl $= \frac{O}{b}$ (oder $= \frac{\text{tang. } O}{\text{tang. } b}$). Beym Worte **Spiegelteleſkop** (oben S. 140 u. f.) iſt gezeigt, wie ſich das Verhältniß b : O berechnen laſſe, mit der Bemerkung, daß man es, wenn es blos auf eine beyläufige Schätzung ankömmt, $= f \psi : F^2$ ſetzen könne, wenn F, f, ψ, die Brennweiten des großen und kleinen Spiegels, und des letzten Augenglaſes bedeuten.

Bey den **Mikroſkopen** muß man den unvergrößerten Sehewinkel anders beſtimmen. Hier kömmt nemlich das Vorderglas ſo nahe an den Gegenſtand, daß es ganz unnatürlich ſeyn würde, ſich ein Auge zu denken, welches ihn eben ſo nahe betrachtete. Ein ſolches Auge würde ihn zwar unter einem ſehr großen Winkel, aber ohne alle Deutlichkeit, ſehen. Hier ſtellt man ſich alſo das Auge ſo weit vom

Gegenſtande vor, als es die gewöhnliche **Weite des deutlichen Sehens** (8 Zoll) erfordert, und nimmt den unvergrößerten Sehewinkel ſo an, wie er ſich dem um dieſe Weite entfernten Auge darſtellen würde. So iſt beym einfachen Mikroſkop die Vergrößerungszahl gleich der Weite des deutlichen Sehens, dividirt durch die Brennweite der Linſe, ſ. **Mikroſkop** (Th. III. S. 218). Die Berechnung der Vergrößerung zuſammengeſetzter Mikroſkope findet man ebendaſelbſt (S. 224. 227 u. f.).

Da die Sehewinkel zwiſchen ihren Schenkeln blos Linearabmeſſungen der Gegenſtände begreifen, ſo geben die berechneten Zahlen blos Vergrößerungen der Linien oder **Durchmeſſer** an. Flächen werden im Verhältniße der Quadrate dieſer Zahlen vergrößert, z. B. die Mondfläche 100 mal, wenn das Fernrohr den Durchmeſſer 10 mal größer darſtellt. Aber von einem optiſchen Werkzeuge anzugeben, wievielmal es den körperlichen Raum vergrößere, iſt eine eitle Prahlerey, die nur Unwiſſende mit großen Zahlen täuſcht, im Grunde aber nichts ſagt, weil man doch nur Linien und Oberflächen, nie körperliche Räume, ſehen kan.

Von der Beſtimmung der Vergrößerungen optiſcher Werkzeuge durch wirkliche Proben, und einem eignen dazu dienenden Werkzeuge ſ. **Auzometer** (Th. I. S. 225).

Vergrößerungsglas, ſ. **Mikroſkop**.

Verkalkung, Calcination, das Calciniren,

Calcinatio, *Calcination*. In weitläuftigerm Sinne nennt man Verkalkung jede Operation, bey welcher durch die Hitze ohne Flamme aus einem feſten Körper ſo viel Beſtandtheile verflüchtiget werden, daß die übrigen in zerreiblicher Geſtalt, oder als ein Pulver, zurück bleiben. Die Alchymiſten nannten ſolche Operationen das **philoſophiſche Pülvern**: jetzt giebt man ihnen lieber die Namen des **Brennens** oder **Röſtens** (uſtio, uſtulatio).

In engerer Bedeutung wird der Name **Verkalkung** auf die Metalle eingeſchränkt, und denjenigen Operationen beygelegt, durch welche dieſelben ihrer reguliniſchen Form beraubt, und in Metallkalke oder metalliſche Erden ver-

wandlet werden, ſ. **Metalle; Kalke, metalliſche.** Durch Zuſatz brennbarer Stoffe kan man dieſen Kalken die reguliniſche Form wieder geben, ſ. **Reduction**; daher ſich die Verkalkung als eine Entziehung des Brennbaren betrachten läſt. Dieſe Verkalkung der Metalle geſchieht gewöhnlich durchs Feuer oder auf dem trocknen Wege, durch eine Art von Verbrennung an freyer Luft; doch kan ſie auch durchs Verpuffen mit Salpeter (ſ. **Verpuffen**), oder auf dem naſſen Wege durch Auflöſung der Metalle und Niederſchlagung ihrer Kalke erfolgen.

Die erſte Art der Verkalkung, welche hier insbeſondere zu betrachten iſt, läſt ſich durch das Beyſpiel des Bleys erläutern. Wenn man eine genau abgewogne Menge Bley in einem flachen Gefäße (einem Calcinirſcherben) an freyer Luft ſchmelzet, ſo wird ſie bald mit einer grauen erdigten Haut überzogen. Streicht man dieſe Haut mit einem eiſernen Spatel zurück, ſo kömmt zwar die glänzende Oberfläche des Metalls wieder zum Vorſchein, aber bald wird auch ſie wieder mit dieſer erdigten Haut bedeckt, und ſo kan man nach und nach das ganze Bley in einen ſolchen Staub verwandlen. Dieſer Bleykalk hat eine geringere ſpecifiſche Schwere, als das metalliſche Bley; ſein abſolutes Gewicht hingegen iſt um ein beträchtliches größer, als das Gewicht des dazu verwendeten Bleyes, wofern man nur Sorge getragen hat, allen Verluſt durch Verflüchtigung u. dergl. zu verhüten. Man kan aus 10 Pfund Bley auf 11 Pfund Bleykalk erhalten. Wenn man dieſen Kalk einer noch heftigern Hitze ausſetzt, ſo ſchmelzt er endlich zu einem durchſichtigen metalliſchen Glaſe.

Aehnliche Veränderungen leiden die übrigen Metalle, wenn man ſie mit Zutritt der Luft dem Feuer ausſetzt. Nur Gold, Silber und Platina ſind hievon ausgenommen, und werden aus dieſem Grunde unter dem Namen der **edlen Metalle** von den übrigen unterſchieden.

Wird die reſpirable Luft ausgeſchloßen, ſo iſt keine Verkalkung der unedlen Metalle mehr zu bewerkſtelligen. Darum geſchieht auch die Verkalkung ſchmelzender Metalle nur an der Oberfläche. In einer beſtimmten Menge re-

ſpirabler Luft kan auch nur eine gewiſſe Quantität Metall verkalkt werden. Die Luft wird dadurch phlogiſtiſirt, und der Antheil der reinen Luft geht ganz verlohren, wenn ſo viel Metall, als möglich, darinn verkalkt worden iſt. Wird ein Metall in reſpirabler Luft in verſchloßnen Gefäßen verkalkt, ſo wiegt das Ganze, welches aus dem Metallkalke und der phlogiſtiſirten Luft beſteht, nach vollendeter Operation genau eben ſo viel, als vorher. Werden aber alsdann die Gefäße geöfnet, ſo dringt die atmoſphäriſche Luft hinein, und das Gewicht der hinzutretenden Luft beträgt ſo viel, als die Gewichtszunahme des Metallkalks.

Dieſe höchſt merkwürdigen Erſcheinungen, welche insbeſondere **Lavoiſier** (Mém. de Paris 1774. S. 351. Abhandlung von der Verkalkung des Zinnes in verſchloßnen Gefäßen, überſ. in **Crells** chemiſchen Journal, Th. IV. S. 140 u. f.) durch genaue Verſuche beſtätiget hat, zeigen offenbar, daß die Verkalkung zu den ſogenannten phlogiſtiſchen Proceſſen gehöre, und im Grunde nichts anders, als eine Verbrennung ſey, bey welcher nur der hohe Grad der Verdampfung fehlt, der zu Erzeugung der Flamme nöthig iſt.

Alle Erklärungsarten der Verbrennung laſſen ſich alſo auch auf die Verkalkung anwenden, und die eigne Erſcheinung der Gewichtszunahme, welche bey den Metallkalken ſo merklich iſt, und bey ihrer Wiederherſtellung zu reguliniſchen Metallen wieder verlohren geht (ſ. **Reduction**), verurſacht hiebey eben die Schwierigkeiten, wie bey der Verbrennung. Bey dem Worte **Kalke, metalliſche** (Th. II. S. 734 u. f.) wird die Geſchichte der vornehmſten Meinungen hierüber kürzlich berührt; es iſt aber ſeitdem noch manches Neue hinzugekommen.

Nach dem Grundſatze, daß alle bekannte Materien ſchwer ſind, zeigt jede Gewichtszunahme einen Beytritt neuer Materie, oder eine Vermehrung der Maſſe, an. Es iſt alſo ſehr natürlich anzunehmen, daß die Metalle bey und während dem Verkalken etwas zugeſetzt erhalten. Nach der gewöhnlichen ſtahliſchen Theorie verlieren ſie durchs Verkalken einen ihrer Beſtandtheile, nemlich ihr

Phlogiſton; ſie müſſen alſo dagegen etwas anderes erhalten, das mehr Gewicht hat, als das verlohrne Brennbare, wenn ſich anders ihre Gewichtszunahme erklären ſoll. Worinn nun dieſer Zuſatz beſtehe, darüber laſſen ſich die Meinungen auf vier Claſſen bringen.

Zur erſten gehören diejenigen, welche ſonſt Feuertheile zu den Kalken hinzutreten ließen, wie **Boyle**, **Becher**, **Urban Hiärne**, **Homberg**, **Lemery**. **J. F. Meyer** ſetzte an die Stelle der Feuertheile ſein Kauſtikum oder Acidum pingue. Unter den Neuern haben **J. G. Gmelin** (Comm. Petrop. To. V. p. 263), **Wiegleb** (Handbuch der allgem. Chemie, Th. I. §. 363), **Weigel** (Chemiſch-mineralog. Beobachtungen Th. I. S. 38. Th. II. S. 4 u. f.), **Bergmann** (De praecipitatis metall. in Opuſc. Vol. II. p. 394.) dieſe Meinung unter gewiſſen Modificationen angenommen, daß ſie z. B. ſtatt der Feuertheile Wärmeſtof ſetzen.

Die zweyte Claſſe machen diejenigen aus, welche bey der Calcination einen Beytritt der Luft oder luftförmiger Stoffe überhaupt zu den Kalken annehmen. Dieſe Meinung äuſſerte ſchon **Rey** (Eſſais ſur la recherche de la cauſe, pour la quelle l'Eſtain et le Plomb augmentent de poids, quand on les calcine. à Bazas. 1630. 8.); ſie iſt aber erſt durch **Hales** und **Prieſtley's** Entdeckungen mehr in Aufnahme gekommen, nachdem man fand, daß die Metallkalke wirklich eine Menge Materie in ſich halten, welche bey ihrer Reduction mit Aufbrauſen in Luftgeſtalt, oder als eine Gasart, davon geht. Seitdem haben die meiſten neuern Chymiker angenommen, daß die Metalle beym Verkalken Luft einſaugen, und dadurch ihre Gewichtszunahme erhalten. **Prieſtley** hielt dieſen eingeſognen Theil für Luftſäure, oder fixe Luft, weil ſich faſt bey allen Reductionen dergleichen in Menge entbindet; aber die Verſuche der Herren **Lavoiſier** und **Bayen** haben es wahrſcheinlicher gemacht, daß den Metallkalken ein Antheil von reiner dephlogiſtiſirter Luft aus der Atmoſphäre beytrete, ſ. **Kalke, metalliſche** (Th. II. S. 735 u. f.).

Dieſe Erklärung ſcheint nun ganz ungezwungen aus den Phänomenen ſelbſt zu folgen. Das verkalkte Metall nimmt an Umfang und Gewicht zugleich zu; die Luft, in der die Verkalkung geſchieht, nimmt an beyden zugleich ab, und zwar am Gewichte ſo viel, als das Metall zunimmt. Was läßt ſich natürlicher hieraus folgern, als daß eben das dem Metalle beytrete, was der Luft abgeht, oder entzogen wird, nemlich ihr reiner auf die Verkalkung verwendeter Theil? Wenn dieſer mehr wiegt, als das dem Metalle entzogne und nun mit der Luft verbundne Phlogiſton, ſo iſt durch dieſe Verwechſelung der Stoffe die Gewichtszunahme der Kalke ſowohl, als die Verminderung und das Leichterwerden der Luft, erklärt.

Dennoch ſetzt Herr D. Gren dieſer Erklärung entgegen, es ſey widerſprechend, daß in der Glühhitze, welche alles expandire und den Stoffen vielmehr die Luftgeſtalt zu geben geſchickt ſey, irgend eine Luftart figirt werden und ihre elaſtiſche Form verlieren ſolle. Er führet ferner an, man erhalte nur aus ſolchen Metallkalken fixe oder dephlogiſtiſirte Luft, welche ſchon lange dem Zugange der Luft ausgeſetzt geweſen wären, und aus ihr Luftſäure und Waſſer eingeſogen hätten; es laſſe ſich beym Verglaſen der ganz friſch bereiteten und noch heißen Metallkalke keine Abnahme des Gewichts bemerken, und überhaupt aus denſelben nichts gasartiges austreiben (*Gren* Diſſ. de geneſi aëris fixi Exp. XXIV. XXV. p. 55); und das Aufbrauſen bey der Reduction rühre blos von der Luftſäure der Reducirmittel her.

Ich maße mir nicht an, über dieſe ſcharfſinnig ausgedachten Gründe entſcheidend zu urtheilen. Doch darf ich bemerken, daß wir wohl die Verwandſchaften des Wärmeſtofs noch zu wenig kennen, um zu behaupten, es ſey ganz unmöglich und widerſinnig, daß bey der Hitze des Verbrennens und Verkalkens, wobey doch die Luft wirklich zerſetzt wird, ein Theil dieſer zerſetzten Luft vom Rückſtande des verbrannten Körpers ſtärker, als vom Wärmeſtof, angezogen werde, und ſich alſo in figirter Geſtalt mit dieſem Rückſtande verbinde. Auch kan ich noch hinzuſetzen, daß man faſt bey allen hieher gehörigen Verſuchen die Abwägungen erſt an-

geſtellt hat, nachdem die Glühhitze vorüber geweſen iſt, und daß den von Herrn Gren über die Verglaſung angeſtellten Verſuchen andere von Herrn Abich (in Crells chem. Annalen v. J. 1784. B. I. S. 399 u. f. S. 580 u. f.) entgegenſtehen, die auch Herr Gren ſelbſt anführt, und wobey aus den Metallkalken bey ihrem Verglaſen wirklich Gasarten erhalten wurden.

Zur dritten Claſſe der Erklärungen gehört das antiphlogiſtiſche Syſtem des Herrn **Lavoiſier** und ſeiner jetzt zahlreichen Anhänger. Dieſes Syſtem modificirt die Erklärungen der zweyten Claſſe ſo, daß die Exiſtenz des Phlogiſtons, und ſeine Entziehung beym Verkalken gänzlich geläugnet, und der Metallkalk als eine aus **Metall** und **Oxygen** zuſammengeſetzte Materie betrachtet wird, welche mehr wiegt, als das Metall allein, weil das Gewicht des Oxygens noch hinzukömmt. Es beſteht nemlich nach dieſem Syſtem die reine Luft aus dem Oxygen und dem Stoffe des Lichts und der Wärme, welcher letztere beym Verbrennen und Verkalken frey wird, und das Oxygen an den Rückſtand der Körper überläßt. Daher nennen auch die Antiphlogiſtiker das Verkalken die **Oxydation**, und die Kalke ſelbſt *Oxydes*. Gegen dieſes Syſtem wendet Herr Gren ein, daß man das Queckſilber auch ohne Hitze durch bloßes Schütteln in reiner Luft verkalken könne, wobey weder Licht noch Wärme entſtehe, und alſo der andere Grundtheil der reinen Luft ſich gar nicht zeige; daß auch die reinſte dephlogiſtiſirte Luft, wenn man ſie zum Verkalken anwendet, ſich nachher als phlogiſtiſirte zeige; daß man in den Kalken der meiſten Metalle keine Spur von Säure finde, dergleichen doch das Oxygen, als die Baſis aller Säuren (principium acidificum) zeigen müſte; daß es hiebey unerklärbar bleibe, warum der Queckſilberkalk (Mercurius praecipitatus per ſe), der doch das Oxygen in der Siedhitze angezogen haben ſoll, eben daſſelbe in der Glühhitze, wo er ſich ohne Zuſatz reducirt, wieder fahren laſſe u. ſ. w.

Eine vierte Claſſe macht endlich die Muthmaßung aus, daß das, was dem Metall beytritt, ein aus dem Phlogiſton und der reinen Luft durch die Verbrennung erzeugtes Waſ-

ſer ſeyn könne. Seit der von Cavendiſh, Watt, Lavoiſier und de la Place wahrgenommenen Waſſererzeugung beym Abbrennen brennbarer und dephlogiſtiſirter Luft, iſt dieſe Vermuthung von einigen geäuſſert, und beſonders von Herrn Weſtrumb (Kleine phyſikal. chemiſche Abhandl. II. B. 1 Heft. S. 1 u. f. S. 119 u. f.) vertheidigt worden. Auſſer dem, was ſich überhaupt der Waſſererzeugung entgegen ſetzen läſt, wendet Herr Gren hiegegen noch ein, man bemerke beym Verkalken keinen Waſſerdampf, und beym Verbrennen des Phosphorus in troknen, mit Queckſilber geſperrten Gefäßen überhaupt nichts Flüſſiges; auch erhalte man aus friſchen und noch heiſſen Metallkalken beym Verglaſen kein Waſſer, wenn man trokne und wohl ausgeglühte Gefäße anwende. Das Bleyglas, welches nichts am Gewichte verliere, könne in 110 Pfunden unmöglich 10 Pfund Waſſer enthalten, da es überhaupt nicht viel mehr Raum einnehme, als 12 Pfund Waſſer; und es ſey widerſprechend, daß das Waſſer in der Glühhitze ſeinen dampfförmigen Zuſtand verlaſſen, und ſich mit einem feſten Körper verbinden ſolle.

Herr D. Gren ſelbſt, den keine dieſer Erklärungen befriediget, widerſpricht daher überhaupt dem Satze, daß alle Materie ſchwer ſey, und legt dem Phlogiſton, ſo wie ſeinen Beſtandtheilen, dem Wärmeſtoffe und Lichte, abſolute Leichtigkeit oder negative Schwere bey, ſo daß die Gewichtszunahme eine unmittelbare Folge des bloßen Verluſts der brennbaren Theile wird. Er führt an, daß ſchon Scheffer (Schwed. Abhandl. v. J. 1757.) etwas ähnliches geäuſſert, de Morveau (Digreſſions academiques, à Dijon et Paris. 1772. 12. und in *Rozier* Obſerv. et mém. To. II. 1773. p. 281.) dieſes weiter entwickelt, aber dabey das Phlogiſton nur leichter, als die Luft, worinn wir die Körper wägen, angenommen habe; hingegen Rinmann (Geſchichte des Eiſens Th. I. S. 211.) und Daniel (Verſuch einer Theorie der wichtigſten Beobacht. aus der Naturlehre, die man durch fixe Luft oder fette Säure zu erklären bemüht war. Halle, 1777. 8.) die abſolute Leichtigkeit des Phlogiſtons ebenfalls vertheidigt hätten.

Ich habe dieſer negativen Schwere des Phlogiſtons, die mir mit aller Analogie zu ſtreiten, und einen großen Theil der höhern Mechanik (ſo wie überhaupt unſerer zuverläßigſten Kenntniße von Maſſe, Dichte und ſpecifiſchem Gewichte der Körper) umzuſtoßen ſcheint, bey den Worten **Maſſe** (Th. III. S. 145, 146.) und **Phlogiſton** (Th. III. S. 472 u. f.) Zweifel entgegengeſetzt, welche Herr Gren mit einer ſeiner Denkungsart wahre Ehre machenden Güte aufnahm. Seitdem habe ich das Vergnügen gehabt, mit meinen Gedanken das Urtheil zweener Gelehrten übereinſtimmen zu ſehen, deren tiefe Einſichten in die mathematiſche Phyſik allgemein bekannt und verehrt ſind. Denn es hat nicht nur der hieſige verdienſtvolle Profeſſor der Phyſik, Herr **Hindenburg** (Progr. Orationem in mem. *Jo. Aug. Erneſtii* habend. indicens, quo oſtenditur, calorem et phlogiſton non eſſe materias abſolute leves. Lipſ. 1790. 4.) die abſolute Leichtigkeit des Wärmeſtofs und Phlogiſtons mit überzeugenden Gründen beſtritten, ſ. **Wärme**; ſondern es hat auch Herr Hofrath **Mayer** in Erlangen (ſ. Journal der Phyſik, von D. F. A. C. Gren, Jahr 1790, 2tes Heft, S. 205 u. f.) den wichtigen und unwiderleglichen Zweifel erhoben, daß das Phlogiſton, wenn es ein negativ ſchwerer Stof wäre, durch ſeinen Beytritt die Beſchleunigung des Falles ſchwerer Maſſen vermindern, mithin der Bleykalk geſchwinder, als das reguliniſche Bley fallen, und ein eiſernes Pendel (wegen der größern Menge von Phlogiſton) unter gleichen Umſtänden merklich langſamer, als ein bleyernes, ſchwingen müſte, welches man doch ſchwerlich durch Erfahrungen beſtätigen werde, ob es gleich eine offenbare Folge dieſer Theorie ſey. Herr Gren (Journal der Phyſ. a. a. O. u. 3tes Heft, S. 771. u. f.) ſuchte zwar anfänglich zu zeigen, daß dieſe Folge aus ſeiner Theorie nicht fließe; er hat aber endlich (Journal der Phyſ. 5tes Heft. S. 198 u. f.) durch Herrn **Mayers** Gründe überzeugt, dieſe Vertheidigung mit einer rühmlichen Wahrheitsliebe zurückgenommen, und eingeräumt, daß ſeine Erklärung auf Folgerungen leite, welche den Grundſätzen der Mechanik widerſprechen. Inzwiſchen giebt er doch den

Satz nicht auf, daß die Körper durch den Verluſt des Phlogiſtons am Gewichte zu-, und durch Verbindung mit demſelben daran abnehmen. Er nennt ihn einen Erfahrungsſatz, eine Thatſache, die er nur nicht mehr zu erklären wiſſe.

Meine Meinung hievon iſt dieſe. Daß Körper beym Verluſte des Phlogiſtons zugleich am Gewichte zunehmen, iſt allerdings ein Erfahrungsſatz; daß aber dieſes unmittelbar durch den Verluſt des Phlogiſtons geſchehe, iſt keine Erfahrung mehr, und könnte höchſtens nur als Vorſtellungsart oder Ausdruck einer Menge Phänomene zugelaſſen werden, die man dadurch nur bezeichnete, ohne ſie erklären zu wollen. Aber auch als Ausdruck wäre der Satz unbequem, weil er etwas enthält, das mit andern Naturgeſetzen ſtreitet, und dann, weil die Worte: durch den Verluſt rc. ſchon an ſich auf eine Cauſalerklärung hinweiſen, und alſo mehr ſagen, als ſie ſollen.

Herr M. Wilckens in Göttingen (Aufſätze mathematiſchen, phyſik. chemiſchen Inhalts, Erſtes Heft. Götting. 1790. gr. 8. S. 63 u. f.) zeigt ebenfalls, daß Herr Gren durch ſeine anfängliche Vertheidigung den mayeriſchen Einwurf keineswegs gehoben habe. Er fügt am Ende ſeines Aufſatzes die Bemerkung hinzu, daß ſich im phlogiſtiſchen Syſtem die Gewichtszunahme der Metalle nach dem Verkalken noch ſehr gut erklären laſſe, wenn man gleich dem Phlogiſton wirkliche Schwere beylege, wofern man nur zugleich annehme, es ſey unter allen Stoffen der leichteſte, und wiege weniger, als die atmoſphäriſche Luft, welche in die durch ſeine Entweichung entſtandnen leeren Zwiſchenräumchen tritt. Er beſtätigt dies im Allgemeinen durch Formeln, die ſich auf richtige Betrachtungen gründen, ſehr deutlich, und muthmaßet, daß ſich ſelbſt Stahl (Fundamenta Chem. Norimb. 1747. P. III. p. 375. „Per acceſſionem partium inflammabilium levius fit concretum.“) die Sache ſo erklärt habe, wie dies denn auch die Erklärung der Akademiſten zu Dijon, de Morveau, Maret und Durande (Elemens de Chymie. à Dijon. 1777. To. I. p. 172. und in Weigels Ueberſ. Leipz. 1779. B. I. S. 135.) iſt.

So richtig nun Herrn Wilckens Formeln im Allgemeinen ſind, ſo reicht man doch bey der wirklichen Anwendung mit dieſer Erklärung bey weitem nicht aus. Bey dem Gewichtsunterſchiede zwiſchen 100 Pfund Bley und 110 Pfund Bleykalk z. B. iſt die Summe der leeren Zwiſchenräume, die in 110 Pfund Bleykalk enthalten ſeyn können, viel zu gering, als daß ſie die Menge der zu einem Unterſchiede von zehn Pfund erforderlichen Luft in ihrer elaſtiſchen Geſtalt faſſen könnte. Uebrigens nimmt auch Herr Wilckens ſelbſt dieſe Erklärung gar nicht an, ſondern bekennt, daß er ſich von der Beſchaffenheit verkalkter Metalle eine ganz andere Vorſtellung mache.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Calcination.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſ. Chemie, II. Theil, 2 Band. Halle, 1790. gr. 8. §. 1995 — 2052.

Verpuffen, Verpuffung, Detonatio, *Detonation.* So nennt man in der Chymie die mit einem Geräuſch verbundene Entzündung, welche ſich ereignet, wenn ſalpeterſaure Salze in der Glühhitze mit brennbaren Körpern in Berührung kommen. Der gemeine Salpeter z. B. fließt für ſich allein in der Hitze ruhig; berührt man ihn aber mit einem brennenden Körper, oder bringt man etwas Verbrennliches an ihn, indem er ſelbſt glühet, ſo entſteht augenblicklich eine heftige Entzündung, die den verbrennlichen Körper ſchnell zerſtört, und den Salpeter ſelbſt zerſetzt, ſo daß ſeine Säure davon geht, und blos ſein Laugenſalz zurückbleibt. Alle ſalpeterſaure Salze beſitzen dieſe Eigenſchaft, und ſie macht ein unterſcheidendes Kennzeichen derſelben aus.

Man bedient ſich dieſes Verpuffens, als eines geſchwinden Mittels zu manchen Bereitungen. So wirft man auf geſchmolzenen glühenden Salpeter Kohlenſtaub ſo lange, als ſich noch eine Entzündung zeigt, und erhält dadurch den **fixen Salpeter**, ein wahres Gewächslaugenſalz, das wegen der Luftſäure aus den Kohlen nicht ganz ätzend iſt. So erhält man durch Verpuffung des Salpeters mit Weinſtein die **Flüße**, ſ. Fluß, und durch Verpuffen mit Schwe-

ſel einen vitrioliſirten Weinſtein, der nach dem Kryſtalliſiren Glaſers Polychreſtſalz heißt.

Stahl erklärte die Verpuffung aus dem im Salpeter befindlichen Brennbaren, welche Theorie Macquer noch mehr ausgebildet hat, indem er annahm, die Salpeterſäure erzeuge mit dem Phlogiſton einen ſogenannten Salpeterſchwefel, der ſich bey ſeiner Entſtehung im Glühfeuer ſogleich entzünde und abbrenne. Die meiſten Neuern hingegen ſchreiben das Verpuffen mit Prieſtley der dephlogiſtiſirten Luft zu, die ſich aus dem glühenden Salpeter in Menge entwickelt, und in der bekanntermaſſen alle brennbare Körper ſehr ſchnell und heftig, mit Glanz und Kniſtern, verbrennen. Herr Gren erinnert doch, man ſehe hiebey die Urſache nicht ein, warum die brennbaren Körper nur in der unmittelbaren Berührung mit dem glühenden Salpeter, und nicht eben ſowohl nahe über demſelben, verpuffen, und warum andere Stoffe, welche eben ſo viel dephlogiſtiſirte Luft geben, z. B. Braunſtein, nicht auch verpuffen. Er nimmt daher an, daß auch die Salpeterſäure am Verpuffen Antheil habe, indem ſie das Phlogiſton anziehe, und damit ein verbrennliches Gemiſch bilde, das man ſehr wohl Salpeterſchwefel nennen könne.

Die Salpeterſäure ſoll nach der Behauptung der meiſten hiebey in Salpeterluft verwandlet werden. Es hat aber Herr Achard (in Crells chem. Annalen, J. 1784. B. II. S. 483 u. f.) bey der Verpuffung des Salpeters mit Kohlen in verſchloßnen Gefäßen, durch genaue Unterſuchung keine Salpeterluft, ſondern blos phlogiſtiſirte und fixe, gefunden. Daher ſcheint vielmehr die Salpeterſäure durch die Verpuffung gänzlich zerſtört zu werden. Das antiphlogiſtiſche Syſtem erklärt dieſe Erſcheinung ſehr leicht. Nach demſelben beſteht die Salpeterſäure aus dem Oxygen und Azote (der Baſis der phlogiſtiſirten Luft). Durchs Verpuffen wird ſie in dieſe Beſtandtheile zerlegt, welche in neue Verbindungen treten, ſo daß das Oxygen mit Feuer und Kohlenſtof zu Luftſäure, das Azote mit Feuer zu azotiſchem Gas (phlogiſtiſirter Luft) gebunden wird.

Die aus dem Salpeter entwickelte dephlogiſtiſirte Luft macht es begreiflich, wie die Verpuffung auch in verſchloßnen Gefäßen ohne Zutritt äuſſerer Luft von ſtatten gehen kan. Wenn man ſie mit Kohlenſtaub in einer glühenden Tubulatretorte vornimmt, und eine Vorlage mit Waſſer anküttet, ſo verbinden ſich die aufgeſtiegnen Dämpfe mit dem Waſſer, welches alsdann **Salpeterclyſſus** genannt wird, im Grunde aber nichts als Waſſer iſt, das manchmal eine flüchtig alkaliſche Beſchaffenheit hat, von der es ungewiß iſt, ob ſie von den Kohlen oder von der Salpeterſäure herrühre. Daß dieſes Waſſer gar keine Säure zeigt, iſt ein neuer Beweiß für die wirkliche Zerſtörung der Salpeterſäure beym Verpuffen. Durch Verpuffen mit Schwefel erhält man auf ähnliche Art den **Schwefelclyſſus**, in welchem noch etwas unzerſtörte Salpeterſäure mit Schwefelſäure enthalten iſt. Uebrigens giebt das Verpuffen oder Verbrennen des Schwefels mit Salpeter in verſchloßnen Gefäßen ein Mittel, das wohlfeilere **engliſche Vitriolöl** zu bereiten, ſ. **Vitriolſäure.**

Mit dem Verpuffen des Salpeters hängen die Erſcheinungen des Schießpulvers und Knallpulvers zuſammen, wovon eigne Artikel dieſes Wörterbuchs handlen.

Gren ſyſtem Handbuch der Chemie. I. B. §. 890 u. f.

Verſtärkung der Elektricität, ſ. **Flaſche, geladne.**

Verſtärkungsflaſche, ſ. **Flaſche, geladne.**

Verſteinerung, Petrificatio, *Pétrification.* Die Operation, wodurch die Natur aus lockerm Sande, Trümmern organiſirter Körper u. dergl. mit der Zeit Steine bildet. Es iſt hiebey nicht die Rede von Entſtehung aller Steine überhaupt (*Lapidification*), wozu die Natur gewiß mehrere und von einander ganz verſchiedene Mittel angewendet hat; das Wort Verſteinerung bezieht ſich blos auf diejenige Wirkung, wodurch erdigte Subſtanzen, die vorher in einzelne Theile zertrennt, oder nur in lockerm Zuſammenhange waren, nach und nach, vornehmlich durch den

Zutritt der Feuchtigkeit, in zuſammenhängende feſte Steinmaſſen verwandlet werden.

Es iſt bey dem Worte **Cohäſion** (Th. I. S. 519) bemerkt worden, daß die Körper bey unmittelbarer Berührung deſto ſtärker zuſammenhängen, je größer ihre ſich berührenden Flächen ſind, oder je mehr die Anzahl ihrer Berührungspunkte anwächſt. Nun ſtelle man ſich eine Schicht von Sand oder erdigten Trümmern vor, durch welche ſich Waſſer durchſeihet. So lang ſich die Sandkörner nur an wenigen und kleinen Stellen berühren, iſt ihr Zuſammenhang kaum merklich. Giebt es aber darunter verſchiedene Sorten kleinerer Körner, oder liegt über dieſer Sandſchicht eine andere feinere, ſo führt das Waſſer nach und nach kleinere Körner zwiſchen die großen, und noch kleinere zwiſchen jene: dadurch werden die Berührungspunkte vermehrt, die Cohäſion wird verſtärkt, und endlich wird die ganze Maſſe Stein. Es iſt ſchon dort (Th. I. S. 520) angeführt, daß wir auf eben die Art unſer Mauerwerk bereiten, und daß die ſogenannte **Breccia** (zuſammengebackenes Geſtein) eine Art von natürlichem Mauerwerk iſt. Dieſe Erklärung iſt wenigſtens begreiflicher, als die durch einen **verſteinernden Saft**, der im Grunde ſo etwas iſt, wie die einſchläfernde Kraft des Opiums beym Moliere, und die Qualitäten der Scholaſtiker.

Herr **de Lüc** fand in Piemont Sandhügel, die ſelbſt nicht verſteinert ſind, aber viel verſteinertes Holz und Muſcheln mit Steinkernen enthalten. Hier ſcheint die Feuchtigkeit nur einen feinen Staub mit ſich zu führen, der ſich im Sande, wo der Weg frey iſt, nicht abſetzt; dahingegen in den Canälen des Holzes und in dem feinern Sande der Muſchelſchalen ihr Lauf langſamer wird, und die Theilchen Zeit gewinnen, ſich abzuſondern und die Verſteinerung zu vollenden.

In lockern Sandhügeln findet man häufig einzelne **Sandſteine** (*grés*), die aus dem Sande der Hügel zuſammengeſetzt ſind. Dieſe Erſcheinung erklärt ſich aus dem an einzelnen Stellen aufgehaltenen Laufe der Feuchtigkeit. Lagen einige Sandkörner ſo, daß ſie die Feuchtigkeit nicht

durchließen, ſo fieng ſich an Materie daſelbſt abzuſetzen. Dieſe verſperrte den Weg noch mehr, die Feuchtigkeit machte neue Abſätze darüber, verband noch mehr Sandkörner damit, und ſo entſtanden mitten im lockern Sande dieſe Concretionen. Sie haben gewöhnlich eigne Geſtalten, wozu die verſchiedne Feinheit oder Gleichförmigkeit des Sandes Anlaß giebt. In einem Hügel in Piemont waren dieſe Sandſteine rund, wie Boßkugeln, an andern Orten findet man ſie mit Ramiſicationen, oder als große Blöcke, die auf der Oberfläche gleichſam Basreliefs zeigen.

In Italien fand Herr de Lüc mitten in ſolchen Sandſteinen Conchylien, deren Kerne Agat waren, einige ganz ausgefüllt, andere nur inwendig mit Agatkryſtallen überzogen: ihre Oefnung aber mit der verſteinerten Materie des Hügels (einem harten grauen Sande) verſtopft: an einigen war dieſer ſteinerne Deckel übergetreten, wie ein über die Form ausgetretener Metallguß. Er erklärt ſich die Entſtehung ſo. Der Hügel iſt mit der Materie des Agats durchdrungen, die wegen der Homogeneität ihrer Theile einen durchſichtigen Stein bildet, ſ. **Durchſichtigkeit.** Der Sand des Hügels füllte die Mündung der Conchylien aus; aber die Feuchtigkeit drang durch dieſen Pfropf hindurch in die leeren innern Windungen, und führte die feine Materie mit ſich ein, bis endlich die Mündung ganz verſtopft und verſteinert ward. Iſt dies ſpät geſchehen, ſo iſt die ganze Schale mit Agat erfüllt; iſt es früher erfolgt, ſo ſind nur die Wände mit Kryſtallen überzogen. Dieſer ganze fremde Körper hat nun auch den Umlauf der Feuchtigkeit von auſſen gehindert, und ſo iſt eine ſteinigte Rinde um die Schale, und endlich ein Sandſtein entſtanden. Ueberhaupt findet man in den meiſten einzelnen Sandſteinen irgend einen fremden Körper, der die erſte Veranlaſſung zu der Concretion gegeben hat.

Mehrentheils führt die Feuchtigkeit nur Kalkerde bey ſich. Die daraus gebildeten Sandſteine und Steinkerne zerfallen im Scheidewaſſer, und werden dem Sande der Hügel gleich, in denen ſie ſich gebildet haben. Bisweilen iſt die beygemiſchte Materie gypsartig, und bildet in den Mu-

ſchelſchalen eine Art von Alabaſter. Manchmal ſind Materien von verſchiedener Art mit einander vermiſcht; wenn dieſe in organiſirte Körper dringen, ſo füllen ſich die weiten Gänge mit dem gröbern Stoffe, und der feinere dringt in die engſten Canäle ein. So hat man verſteinertes Holz mit Agatadern durchzogen. Bisweilen iſt die Materie kieſig, wie man z. B. in England Conchylien findet, die mit Kies überzogen ſind, und ausſehen, als ob ſie von Bronze wären.

Bey Colbrokdale in Shropſhire haben die Farrenkräuter nebſt andern Pflanzen die Veranlaſſung zu eiſenhaltigen Concretionen gegeben. Bey Scarborough in Yorkſhire haben Ammonshörner zur erſten Anlage der Verſteinerung gedient. Aus Grönland erhält man Sandſteine, deren Kerne kleine Fiſche ſind, von denen noch die Skelette darin liegen, nach deren Geſtalt ſich auch der äußere Umriß des Steins gebildet hat.

J. A. de Lüc Phyſikal. u. moral. Briefe über die Geſch. der Erde und des Menſchen, a. d. franz. Leipzig, 1781. gr. 8. Erſter Band, XVIII. Brief, S. 121 u. f.

Verſuch, Experimentum, *Expérience*. Erfahrungen, welche wir vermittelſt unſerer Sinne an den Körpern anſtellen, heiſſen **Verſuche**, wenn wir dabey die Körper nicht blos in dem Zuſtande laſſen, in welchem ſie ſich von Natur und ohne unſer Zuthun befinden, wenn wir ſie vielmehr mit Vorſatz in einen andern Zuſtand verſetzen, um zu ſehen, wie ſie ſich dabey verhalten werden. So iſt es ein Verſuch, wenn man einen ſchweren Körper an der Wage unter Waſſer verſenkt, um zu ſehen, wie viel er dabey von ſeinem Gewichte verlieren werde.

Bey den Worten **Beobachtung** und **Erfahrung** iſt von der Wichtigkeit der Erfahrungen überhaupt, von ihrem Einfluße auf die Geſchichte der Phyſik, der Art ſie anzuſtellen, den Gaben und Eigenſchaften eines Beobachters u ſ. w. zur Gnüge gehandlet werden. Das meiſte hievon wird ſich mit wenigen Abänderungen, die die Natur der Sache ſelbſt an die Hand giebt, auch auf die Verſuche an-

wenden laſſen. Hier ſind alſo nur noch wenige Zuſätze nöthig, welche die letztern insbeſondere betreffen.

Dem Experimentator ſteht allerdings ein unendlich weiteres Feld offen, als dem bloßen Beobachter, der nur die freywilligen Wirkungen der Natur bemerkt. Wenn der letztere blos ruhig erwartet, was ihm die Natur von ſelbſt und ungefragt entdecken werde, ſo zwingt ſie dagegen der erſtere, ihm Fragen zu beantworten, die er ihr ſelbſt nach Willkühr vorlegt; wenn der Beobachter nur Wirkungen ſolcher Verbindungen kennen lernt, die die Natur ihrem Plane gemäß ſelbſt hervorbringt, ſo ſteht es dem Experimentator frey, ganze unermeßliche Reihen von möglichen Combinationen zu prüfen, welche die Natur ohne ſein Zuthun nie, oder wenigſtens nicht jetzt und unter ſeinen Augen, würde hervorgebracht haben. Die Verſuche unterwerfen gleichſam die Natur der Herrſchaft des Menſchen, nöthigen ſie, ſeine Fragen zu beantworten, und ſchreiben ihr ſogar Zeit, Ort und Umſtände dieſer Beantwortung vor. Sie gehen über den gewöhnlichen Lauf der Dinge hinaus, und ſchaffen neue Ordnungen von Verhältnißen und Wirkungen.

Die Naturlehre im gegenwärtigen Zuſtande hat ihre auffallenden Vorzüge vor der Phyſik der Alten großentheils den Verſuchen zu danken, welche der ehemaligen Phyſik gänzlich fehlten. Jetzt iſt man von ihrer Nothwendigkeit deſto lebhafter überzeugt, und ſelbſt der Unterricht in der Phyſik wird mit Anſtellung derjenigen Verſuche begleitet, welche den vorgetragnen Sätzen zum Beweiſe dienen, ſ. **Experimentalphyſik.**

Zur Anſtellung der Verſuche ſind dem Phyſiker mancherley **Werkzeuge** nöthig, welche mit den zur Beobachtung gehörigen Werkzeugen zuſammengenommen die **Experimentalgeräthſchaft**, oder den **phyſikaliſchen Apparat** (ſupellex phyſica, *Appareil de phyſique expérimentale*) ausmachen. Es iſt bey Ausarbeitung dieſes Wörterbuchs eine meiner Abſichten geweſen, die vornehmſten dieſer Werkzeuge unter eignen Artikeln zu beſchreiben. Auf mehrere ſolche Artikel wird an der Stelle, welche dem Wor-

te Maſchine zugehört (Th. III. S. 142) verwieſen. Beſchreibungen phyſikaliſcher Werkzeuge und der Verſuche ſelbſt liefern die meiſten Anleitungen zur Experimentalphyſik, insbeſondere die von **Wolff** (Nützliche Verſuche zu genauer Kenntniß der Natur und Kunſt. Halle, 1721—1723. III. Th. 8.), **Deſaguliers**, **s'Graveſande**, **Nollet** und **Sigaud de la Fond**, ſ. **Experimentalphyſik**. Die beyden zuletzt genannten Phyſiker haben noch auſſerdem den Werkzeugen und Verſuchen beſondere Werke gewidmet. **Nollet** (L'art des expériences. à Paris, 1770. To. I—III. 12maj. Nollets Kunſt, phyſikaliſche Verſuche anzuſtellen, a. d. frz. Leipzig, 1771. Th. I. —III. 8.) giebt zur Verfertigung der Werkzeuge, und zur Anſtellung der Verſuche damit, ſchätzbare praktiſche Anweiſungen, und **de la Fond** (Deſcription et uſage d'un Cabinet de Phyſique expérimentale. à Paris, 1775. To. II. 8.) ſtellt die Beſchreibungen einer großen Menge von Werkzeugen und Verſuchen zuſammen.

Die beym Worte **Beobachtung** vorgeſchriebenen Regeln ſind gröſtentheils auch auf die Anſtellung der Verſuche und die daraus zu ziehenden Folgerungen anwendbar. Es iſt aber bey den Verſuchen überhaupt noch weit mehr Vorſicht, Geſchicklichkeit, Aufmerkſamkeit und Unpartheylichkeit, als ſelbſt bey den Beobachtungen, nöthig. Die Antworten, welche die Natur dem Experimentator giebt, richten ſich nach der Art, wie er ſie fragt, und nach den Werkzeugen und Mitteln, durch welche er ſie zur Antwort nöthiget. Dies ſetzt bey dem, der Wahrheit durch Verſuche finden will, mancherley nicht gemeine Gaben und Geſchicklichkeiten voraus. Er muß nicht nur den Plan zu ſeinen Verſuchen auf eine geſchickte Art anzulegen, alle unnöthigen Verwickelungen zu vermeiden, und den einfachſten Weg zum Ziele zu wählen wiſſen; ſondern er muß auch im Stande ſeyn, die Reſultate der Verſuche, nach den verſchiedenen dabey vorgekommenen Umſtänden, gehörig zu beurtheilen, die eigentliche Antwort auf ſeine an die Natur gerichtete Frage von den Nebenumſtänden, mit welchen ſie ſich bey jedem Verſuche unvermeidlich verwickelt, wieder loszumachen,

in ihrer gehörigen Reinigkeit darzuſtellen, und den Grad ihrer Zuverläßigkeit zu ſchätzen. Vorſchriften und Beyſpiele hiezu geben unter andern **Muſſchenbroek** (Orat. de methodo inſtituendi experimenta phyſica vor ſ. Ausgabe der Tentaminum acad. del Cimento. Lugd. Batav. 1731. 4.) und **Hamberger** (Praefat. de cautione in experientiis recte formandis et adplicandis adhibenda, praemiſſa edit. III. Elementor. phyſ. Jenae, 1741. 8.), wiewohl Regeln allein, ohne eigne natürliche Anlage, nie einen guten Experimentator bilden können.

Verſuch, Leidner, ſ. Flaſche, geladne.

Vertheilung, Diſtributio, *Diſtribution.* Wenn unter den in einem Körper vorhandenen Materien oder Kräften das natürliche Gleichgewicht ſo geſtört wird, daß ſie ſich auf einer Seite mehr, oder anders, als auf der andern, zeigen, ohne daß doch dabey ihre Summe geändert wird, ſo heißt ein ſolches Phänomen eine **Vertheilung**. Es wird der Mittheilung entgegengeſetzt, bey welcher wirklich etwas aus einem Körper heraus und in den andern überzugehen, alſo die Summe der Materien oder Kräfte in jedem nicht mehr die vorige zu bleiben ſcheint, ſ. **Mittheilung.**

Bey der Elektricität und dem Magnetismus kommen ſehr merkwürdige Beyſpiele hievon vor, ſ. **Elektricität** (Th. I. S. 736 u. f.), **Magnet** (Th. III. S. 100.), deren Geſetze ſich bey beyden ungemein ähnlich ſind. Die Vertheilung der Elektricität ſcheint in einem Beſtreben nach Mittheilung und Uebergang zu beſtehen, das nur wegen eines Hindernißes oder Widerſtandes nicht zum wirklichen Ausbruche kommen kan. Wird es ſtark genug, den Widerſtand zu überwinden, ſo erfolgt daraus eine wirkliche Mittheilung durch Ausſtrömen, Funken oder Schlag, wodurch das Gleichgewicht wieder hergeſtellt wird, und die Phänomene der Vertheilung aufhören. Die Vertheilung des Magnetismus hingegen, die ſich ſonſt nach eben den Geſetzen richtet, hat man bisher noch nie in Mittheilung übergehen ſehen.

Vertikal, ſ. Lothrecht.
Vertikalkreis, ſ. Scheitelkreis.
Vertikallinie, ſ. Scheitellinie.

Verwandſchaft, chymiſche, beſondere Anziehung, Wahlanziehung der Stoffe, Affinitas, Attractio electiva *Bergm.*, *Affinité.* Mit dieſen Namen belegen die Chymiker das allgemeine Phänomen, da ſich die Stoffe in der Natur mit andern gleichartigen oder ungleichartigen Stoffen, unter günſtigen Umſtänden, innig verbinden und vereinigen, und zwar ſo, daß ein jeder dieſe Vereinigung immer mit gewiſſen Stoffen inniger und leichter eingehet, als mit andern, ja ſogar die vorigen Verbindungen verläßt, wenn ihm Anlaß zu neuen gegeben wird, zu denen er geneigter iſt. So findet man z. B. den Eſſig ſehr geſchickt, ſich mit der Kreide zu vereinigen, und dieſelbe aufzulöſen. Wird aber in eine ſolche Auflöſung etwas reines Laugenſalz gebracht, ſo verbindet ſich augenblicklich ein Theil des Eſſigs mit demſelben, und läſt die Kreide, mit der er zuvor verbunden war, in trokner Geſtalt zu Boden fallen. Man drückt ſich hierüber ſo aus, daß man ſagt, die Eſſigſäure zeige Verwandſchaft gegen beyde Stoffe, aber ſie ſey näher verwandt mit dem Laugenſalze, als mit der Kreide oder Kalkerde. Dieſe Verwandſchaften laſſen ſich als beſondere Modiſicationen der Attraction bey der Berührung anſehen, ſ. Attraction.

Die Auflöſungen, Niederſchläge, Zerlegungen und Zuſammenſetzungen der Stoffe, und überhaupt alle Operationen und Verſuche der Chymie, liefern ſo häufige Beyſpiele hievon, und folgen dabey mehrentheils ſo beſtimmten und unveränderlichen Geſetzen, daß es ganz unmöglich iſt, die Sache als Phänomen betrachtet zu läugnen oder nur im mindeſten zu bezweifeln. Die große Menge der hieher gehörigen Erſcheinungen, welche doch alle unter einerley Geſichtspunkt vereiniget werden können und müſſen, macht eine allgemeine Benennung dieſes Phänomens unentbehrlich; und da man hiezu einmal die Namen **Verwandſchaft, Affinität, Wahlanziehung** angenommen hat,

ſo iſt es billig, hiebey zu bleiben, ſo viel ſich auch etwa gegen die Schicklichkeit dieſer Namen möchte einwenden laſſen.

Schlechterdings aber darf man in dieſen Worten nichts mehr, als Benennungen erwieſener Phänomene, ſuchen. Die Urſache, warum der Eßig das Laugenſalz ergreift, und die Kalkerde losläſt, ſo wie der Mechanismus, durch welchen dieſe Veränderungen bewirkt werden, bleiben noch immer unerforſchliche Räthſel, wenn man gleich tauſendmal ſagt, es geſchehe durch die nähere Verwandſchaft der Säure mit dem Laugenſalze. Dieſer Ausdruck ſagt doch im Grunde nichts mehr, als daß es geſchehe. Er bringt nur das Phänomen in Verbindung mit andern durch ähnliche Erfahrungen bewieſenen, und giebt alſo höchſtens eine Erklärung aus den Geſetzen, nicht aus den Urſachen. Aber das muß dem Phyſiker hier ſchon genug ſeyn, ſ. Phänomene (Th. III. S. 457), und mehr, als dieſes, in dem Begriffe von Verwandſchaften ſuchen, heißt ſich mit einem leeren Wahne täuſchen, ſ. Qualitäten (Th. III. S. 594).

Die Phänomene der Verwandſchaften ſind ſo mannigfaltig, daß man ſie nothwendig in verſchiedene Claſſen ordnen, und deswegen mehrere Arten der Verwandſchaft unterſcheiden muß. Schon das Beſtreben, mit welchem die gleichartigen Theile eines und ebendeſſelben Körpers zuſammenhängen, ſ. Cohäſion, kan den Verwandſchaften beygezählt werden, und hat in dieſer Rückſicht von einigen den Namen der **mechaniſchen Verwandſchaft, Aggregatsverwandſchaft** (affinitas aggregatorum) erhalten. Beſſer iſt es doch, dieſen Phänomenen, wozu auch die Rundung und das Zuſammenfließen der Tropfen gehört (ſ. Tropfen), den Namen der Cohäſion zu laſſen, und durch Verwandſchaft blos das Beſtreben nach Vereinigung und Zuſammenhang bey ungleichartigen Stoffen zu bezeichnen, das man ſonſt zum Unterſchiede von jenem auch die **chymiſche** oder **Miſchungsverwandſchaft** (affinitas mixtionis ſ. ſynthetica) nennet.

Wenn ſich dieſe Verwandſchaft zwiſchen zween ungleichartigen Körpern zeigen ſoll, ſo wird erfordert, daß wenig-

ſtens einer von beyden im flüßigen Zuſtande ſey. Sind beyde feſt, ſo iſt die Cohäſion der gleichartigen Theile in jedem Körper für ſich zu groß, als daß ſie eine Trennung und neue Verbindung derſelben geſtatten ſollte. Iſt nun die Flüßigkeit des einen Körpers, oder beyder, ſchon bey der gewöhnlichen Temperatur der Atmoſphäre vorhanden, ſo ſagt man, die Verwandſchaft zeige ſich **auf dem naſſen Wege**; wird ſie hingegen erſt durch Schmelzung mit Hülfe des Feuers bewirkt, ſo zeigt ſich die Verwandſchaft **auf dem troknen Wege**. Beyde Verwandſchaften folgen verſchiedenen Geſetzen, weil bey der letztern der Wärmeſtof als Zwiſchenmittel mitwirkt.

Iſt zwiſchen einem flüßigen und einem feſten Körper die Anziehung ſo ſchwach, daß ſie nur die Theile des flüßigen, nicht aber die des feſten, trennen kan, ſo zeigt ſich blos ein Anhängen des flüßigen an den feſten, ſ. **Adhäſion**. Iſt die Anziehung ſtark genug, um die Theile beyder Körper aus ihrer vorigen Zuſammenſetzung zu bringen, ſo erfolgt eine wirkliche **Auflöſung**. Dieſe Vorgänge ſetzen alſo Verwandſchaft voraus: Stoffe, die gar nicht verwandt ſind, können weder aneinander anhängen, noch einander auflöſen.

Wenn mehr als zwo ungleichartige Stoffe auf einander wirken, ſo entſtehen **verwickelte Verwandſchaften** (affinitates complicatae). Die einfachſte Art iſt, wenn ſich mit zween ſchon verbundenen ungleichartigen Stoffen noch ein dritter zu einem homogenen Ganzen vereiniget, welches nur geſchehen kan, wenn alle drey faſt gleich ſtark mit einander verwandt ſind, wie z. B. Gold, Silber und Kupfer.

Wenn man zween Stoffe, die miteinander wenig oder gar keine Verwandſchaft haben, vermöge eines dritten verbindet, der mit beyden in Verwandſchaft ſteht (welches Henkel zuerſt mit dem Namen der Aneignung belegt hat), ſo heißt dies eine **aneignende, vermittelnde Verwandſchaft** (affinitas adjuta, appropriata), und der dritte Körper das **Zwiſchenmittel** (intermedium, corpus approprians). So ſind Oele und Schwefel im Waſſer unauf-

löslich; ſie verwandlen ſich aber durch Verbindung mit den Laugenſalzen in Seifen und Schwefelleber, und löſen ſich als ſolche im Waſſer auf, wobey das Laugenſalz als Zwiſchenmittel wirkt. Hievon iſt die **vorbereitende Verwandſchaft** (affinitas praeparans) zu unterſcheiden, wobey ein Körper von einem Auflöſungsmittel nur ſo zertrennt wird, daß er leichter von einem dritten ergriffen werden kan.

Wenn ſich mit einem von zween verbundenen Stoffen ein dritter ſo vereiniget, daß der andere durch ihn abgeſchieden wird, ſo wie das Laugenſalz die Kreide aus der Eſſigauflöſung ſcheidet, ſo heißt dies eine **einfache Wahlanziehung** (attractio electiva ſimplex *Bergm.*), oder, weil hiebey eine Zerſetzung und eine neue Miſchung vorgehet, eine **zerlegende Verwandſchaft mit einfacher Zuſammenſetzung** (affinitas analytica cum ſyntheſi ſimplici *Weigel.*). Hiebey iſt allemal der letzte Theil der abgeſchiedenen Subſtanz ſehr ſchwer zu trennen, und vielleicht die vollkommne Trennung ganz unmöglich, wofern nicht der geringſte Grad der Verwandſchaft der dritten Subſtanz noch ſtärker iſt, als der ſtärkſte Grad der Verwandſchaft der gemiſchten Subſtanzen unter einander ſelbſt war.

Wenn hingegen ein Stof A, der ſelbſt in zween andere a und α zerlegt werden kan, bey der Vermiſchung mit einem zweyten B, der aus b und β zuſammengeſetzt iſt, ſich ſo verbindet, daß eine Umtauſchung der Grundſtoffe vorgeht, nemlich ſich a mit b, und α mit β, verbindet, ſo heißt dies eine **doppelte Wahlanziehung** oder **doppelt trennende Verwandſchaft** (attractio electiva duplex *Bergm.* affinitas compoſita, affinitas analytica cum ſyntheſi duplici *Weigel*). Ein Beyſpiel hievon zeigt ſich, wenn man zu dem in Waſſer aufgelöſeten Kalkſalpeter das milde angeſchoſſene flüchtige Laugenſalz bringt. Die Luftſäure dieſes Salzes verbindet ſich mit dem Kalke, mit dem ſie eine ſehr ſtarke Verwandſchaft hat, und bildet dadurch rohen Kalk, der im Waſſer niederfällt: das reine flüchtige Laugenſalz und die vom Kalke getrennte Salpeterſäure bleiben im Waſſer aufgelößt, und geben bey der Kryſtalliſation einen ent-

zündbaren Salpeter. Hiezu gehört, daß die Summe der Anziehungen zwiſchen a und b, und zwiſchen α und β ſtärker ſey, als die Summe derer, ſo vorher zwiſchen a und α, und zwiſchen b und β ſtatt fanden. Dies kan der Fall ſeyn, wenn gleich die Anziehung zwiſchen a und b allein genommen, geringer iſt, als die zwiſchen a und α, wofern nur dieſes durch die ſehr ſtarke Anziehung zwiſchen α und β erſetzt wird. So kan bey der doppelten Wahlanziehung der Stof a einen andern α verlaſſen, und ſich mit einem dritten b verbinden, mit dem er in der That weniger, als mit α, verwandt iſt. Man kan alſo in ſolchen Fällen nicht ſo unbedingt auf die Grade der Verwandſchaft ſchließen, wie etwa bey der einfachen Wahlanziehung.

Nachdem **Stahl** und **Henkel** den erſten Grund zu richtigern Begriffen von der beſondern Verwandſchaft der Stoffe gelegt hatten, ſo unternahm es zuerſt **Geoffroy** (Table des differens rapports obſervés en Chimie &c. in Mem. de l'acad. des ſc. à Paris, 1718. p. 202. ſqq. u. 1720. p. 20. ſqq.), die Wirkungen der vorzüglichſten Verbindungen und Zerſetzungen der Stoffe in eine Tabelle zu bringen. Solchen Tafeln hat man nachher den Namen der **Verwandſchaftstabellen** beygelegt. Dieſe **Stufenleitern der einfachen Verwandſchaften** (ſcalae affinitatum ſimplicium) ſollen die Ordnung enthalten, in welcher die einfachern Stoffe mit einander näher oder entfernter verwandt ſind. Nach dem erſten von Geoffroy gemachten Verſuche ſind ſie vornehmlich von **Gellert** (Anfangsgr. der metallurg. Chymie, Leipzig, 1751, 1776. 8.), **Rüdiger**, (Syſtem. Anleit. zur Chymie, Leipzig, 1756. 8. Tabelle zu §. 246 — 265), **Marherr** (Diſſ. de affinitatibus corporum. Vindob. 1762. 8. überſ. von **Baldinger**, Leipz. 1764. 8.), **Baumé** (Erl. Experimentalchymie, überſ. von **J. C. Gehler**, Th. I. S. 96 u. f.) **Erxleben** (Anfangsgründe der Chymie, §. 42 u. f. S. 831 u. f.), **Weigel** (Grundriß der Chym. Th. I. Tab. III — VI. §. 259 — 281) berichtiget und verbeſſert worden. Hauptſächlich aber haben die Herren **Wenzel** (Lehre v. d. Verwandſchaft der Körper. Dresden, 1777, 1782. 8.), **Wiegleb** (Reviſion

der Lehre von der Verwandſchaft der Körper. Erfurt, 1780. 8.), **Bergmann** (De attractionibus electivis in Nov. Act. Vpſal. Vol. II. p. 159 ſqq. und in Opuſc. phyſ. et chem.) und **Kirwan** (Exp. and Obſ. on the ſpecific gravities and attractive powers of various ſaline ſubſtances. London, 1781. 4. überſ. von **Crell**, Berlin u. Stett. 1783. 8.) dieſe ganze Lehre ihrer Vollkommenheit näher gebracht, und viele in den vorigen Tabellen enthaltene Fehler und Mißverſtändniße gehoben. Eine ſehr vollſtändige Stufenleiter der Verwandſchaften, hauptſächlich aus **Bergmann**, hat Herr **Gren** am Ende ſeines ſchätzbaren Handbuchs der Chemie mitgetheilt.

Die Lehre von den Verwandſchaften, und die Methode, ihre Stufenfolge in Tabellen zu bringen, hat unläugbar ſehr große Schwierigkeiten. Sehr oft ſcheint die Ordnung, die man durch eine gewiſſe Reihe von Verſuchen beſtimmt hatte, durch andere faſt eben ſo deutliche Verſuche wieder umgeſtoßen zu werden. Daher hatte der Graf von **Buffon** (Supplément à l'hiſt. nat. To. I. Paris, 1775.) den Chymiſten den Vorwurf gemacht, daß ſie eben ſo viele beſondere kleine Verwandſchaftsgeſetzchen (*petites loix d'affinité*) annähmen, als es bey den Verbindungen und Trennungen der Körper beſondere Fälle gäbe; und **Monnet** (Traité de la diſſolution des métaux. Amſterd. & Paris, 1775. 8.) hatte das ganze Syſtem der Verwandſchaften ein ſchönes Hirngeſpinſt genannt, das mehr zum Vergnügen der chymiſchen Scholaſtiker, Schwätzer und Tabellenmacher, als zur wahren Aufnahme der Wiſſenſchaft diene — in welchem Tone auch ſchon **Baron** in ſeinen Noten zu **Lemery's** Chymie (Cours de chymie. Paris, 1756. 4.) von den Verwandſchaften geſprochen hatte. **Macquer** macht ſich ein eignes Geſchäft daraus, das Unanſtändige dieſes Tons zu zeigen, und die Verwandſchaftslehre zu vertheidigen; wiewohl nicht zu läugnen iſt, daß in den ältern Tabellen viel willkührlich angenommene Sätze und überhaupt Begriffe herrſchen, die den Qualitäten der Scholaſtiker nicht ganz unähnlich ſind.

Bergmann hat endlich mit vielem Scharfſinn die Quellen der Ungewißheit angezeigt, welche über die Verſuche dieſer Art oft einen ſo falſchen Schein verbreitet. Er ſetzt es ſehr deutlich ins Licht, daß man die häufigen ſcheinbaren Abweichungen und Ausnahmen nicht für Einwürfe gegen die ganze Lehre von der Beſtändigkeit der Verwandſchaftsgeſetze anſehen dürfe. Er findet vor allem andern unumgänglich nöthig, die Verwandſchaften auf dem **naſſen** und **troknen Wege** (attractionem ſolutionis et fuſionis), nach **Baume's** Vorſchlage, ganz von einander zu unterſcheiden. So ſcheint z. B. das flüchtige Alkali mit den Säuren auf dem naſſen Wege näher, auf dem troknen entfernter verwandt, als die Metalle; offenbar blos darum, weil es im letztern Falle, ſeiner Flüchtigkeit halber, ſich noch lieber mit dem Feuer, als mit den Säuren, verbindet.

Ferner zeigt er, daß bey den doppelten Wahlanziehungen der Schluß auf nähere Verwandſchaft alles deſſen, was ſich verbindet, überhaupt nicht unbedingt gelte, weil dabey ſehr oft Stoffe getrennt werden, die miteinander näher verwandt ſind, als diejenigen, die ſich vereinigen. Wenn z. B. Auflöſungen von Glauberſalz und Kalkſalpeter vermiſcht werden, ſo verläßt die Vitriolſäure des erſtern ihr Mineralalkali, und fällt mit der Kalkerde des letztern als ein Gyps zu Boden. Man würde aber ſehr irrig hieraus ſchließen, daß die Vitriolſäure mit der Kalkerde näher, als mit dem Mineralalkali, verwandt ſey. Die Verſuche mit einfachen Wahlanziehungen lehren das Gegentheil: denn die Auflöſung des Glauberſalzes wird durch Kalkerde nicht zerſetzt, da ſich hingegen die Auflöſung des Gypſes durch Mineralalkali allerdings zerſetzen und niederſchlagen läſt. Mithin ward bey jenem Verſuche die Vitriolſäure nur darum vom Mineralalkali getrennt, weil die Verbindung beyder Stoffe von zween Kräften zugleich, nemlich von der Anziehung der Kalkerde gegen die Vitriolſäure, und der ſtarken Anziehung der Salpeterſäure gegen das Mineralalkali, angegriffen ward.

Solchemnach ſollte man die Verwandſchaftstafeln lediglich auf ſolche Verſuche gründen, welche mit reinen einfachen

Wahlanziehungen angeſtellt wären. Aber wie viel giebt es wohl dergleichen? Wie ſchwer iſt es, die einfachen Stoffe in ihrer höchſten Reinigkeit zu erhalten? Und wenn man auch dieſe Abſicht aufs vollkommenſte erreicht hätte, ſo wirken dennoch bey jedem Verſuche Wärmeſtof, Phlogiſton, Luft, Waſſer unvermeidlich mit, ſo daß man ſtatt der drey Stoffe, die die einfache Wahlanziehung erfordert, deren allemal mehrere hat, welche die Subſtanzen mehr oder weniger verändern, und verſteckter Weiſe eine doppelte, oder wohl noch mehr complicirte, Wahlanziehung hervorbringen. So treibt z. B. die Salpeterſäure den Salzgeiſt aus dem Kochſalze; dagegen treibt aber auch die gemeine Salzſäure (welche ſehr ſtark phlogiſtiſirt iſt) die Salpeterſäure aus dem cubiſchen Salpeter. Darum darf man aber die Verwandſchaft des Mineralalkali gegen Salpeterſäure und Salzſäure nicht ſchwankend nennen. Dieſes Alkali iſt allerdings mit der reinen Salpeterſäure ſtärker, als mit der Salzſäure, verwandt; kömmt aber Phlogiſton hinzu, ſo iſt die Verwandſchaft zwiſchen dieſem und der Salpeterſäure noch ſtärker.

Aehnliche Ausnahmen entſtehen aus den verſchiedenen Graden der Auflöslichkeit und Zerſetzbarkeit der Subſtanzen, und aus ihrer verſchiedenen Fähigkeit, ſich mit andern überſättigen zu laſſen. Ein Beyſpiel eines ſolchen Räthſels in der Verwandſchaftslehre, das Bergmann hieraus ſehr glücklich erklärt hat, iſt beym Worte Salpeterſäure (Th. III. S. 763) erwähnt worden.

Wenn ſich durch dieſe Betrachtungen auf einer Seite die Abſicht rechtfertiget, beſtimmte und unveränderliche Verwandſchaftsgeſetze aufzuſuchen, ſo erhellet daraus auch anderer Seits, welch ein unendlich ſchweres Geſchäft es ſey, zuverläßige Tafeln darüber zu verfertigen. Bergmann, welcher die weitläuftigſte und beſte Tafel in 50 Columnen geliefert, und dabey die Verwandſchaften jedes Stofs auf dem naſſen und trofnen Wege beſonders angezeigt hat, erinnert, daß zu dieſen Beſtimmungen mehr als 3000 ſorgfältige Verſuche nöthig geweſen ſind. Ueberdies ſchränken ſich alle bisherige Tafeln blos auf die Ordnung oder Stufenfolge

der Verwandſchaften ein, und lehren noch nichts über den Grad und das Verhältniß ihrer Stärke.

Wir ſind alſo bey den Verwandſchaften oder Anziehungen der Körper bey der Berührung, noch ſehr weit von derjenigen Vollkommenheit entfernt, welche **Newton** dem freylich weit einfachern Geſetze der Gravitation, oder Anziehung entfernter Maſſen, durch die demſelben beygefügte mathematiſche Beſtimmung, gegeben hat, ſ. **Attraction** (Th. I. S. 171 u. f.).

Newton ſelbſt ſcheint geneigt, die Anziehung beym Berühren von der Gravitation ganz zu unterſcheiden. Auf die Vermuthung eines ſolchen weſentlichen Unterſchieds leitet auch ſchon der Umſtand, daß ſich die Gravitation blos nach der Menge der Maſſe, die Verwandſchaft hingegen nach der innern Beſchaffenheit der Grundſtoffe richtet, wiewohl dieſer Umſtand auch ſeinen Grund blos in der Form, Dichtigkeit ꝛc. der kleinſten Theile haben könnte. Auf dieſen letztern Gedanken hat unter andern Herr **le Sage** ſein Lehrgebäude einer mechaniſchen Chymie gegründet, welches Herr **de Lüc** nie anders, als mit den gröſten Lobſprüchen, anführt, weil es den ganzen Mechanismus aller Naturgeſetze erkläre, und die Urſachen der Gravitation, Schwere, Cohäſion, Verwandſchaften u. ſ. w. richtig angebe. So glaubt auch **Wenzel** (Lehre von der Verw. S. 7), daß die Verwandſchaft von der allgemeinen Anziehungskraft nicht unterſchieden ſey, und ihre beſondern Modificationen nur durch die Geſtalt und Dichte der einzelnen Theile der Körper erhalte, welche der Anziehung durch die verſchiedne Menge und Lage der Berührungspunkte eine verſchiedene Stärke und Richtung gebe.

Andere ſuchen die Urſache der beſondern Verwandſchaften in der Gleichartigkeit oder Aehnlichkeit der Beſtandtheile. Dieſen widerſpricht aber die Beobachtung, daß, wenn ſich zwo Subſtanzen bis zum Sättigungspunkte verbunden haben, das hieraus entſtehende Gemiſch ſich, aller Gleichartigkeit ungeachtet, nicht leicht mit einem ſeiner Beſtandtheile überſetzen läſt, und daß es bey der Behauptung dieſes Satzes überhaupt ſehr ſchwer wird, die Entſtehung von

ſo mancherley Gemiſchen aus lauter gleichartigen Theilen zu erklären.

Ich bin weit entfernt, es zu tadeln, daß man einer weitern phyſiſchen Urſache der Verwandſchaften nachforſcht. Ich habe ſelbſt dafür gewarnt, das Wort Verwandſchaft für mehr, als Benennung, zu halten, und etwa eine Urſache, geſchweige denn eine letzte, oder eine weſentliche Eigenſchaft der Materie, darin zu ſuchen. Dies würde hier noch unſchicklicher ſeyn, als bey der Gravitation, weil bey den Verwandſchaftsgeſetzen noch weit mehr beſondere Beſtimmungen, als bey dem Geſetze der Gravitation, vorkommen. Alſo muß es weitere Urſachen geben, denen nachzuforſchen, an ſich eine ſehr löbliche Bemühung iſt.

Aber was man auch etwa wahrſcheinliches über dieſe Urſachen vorbringen mag, das wird doch immer äuſſerſt ungewiß und ſchwankend bleiben, ſo lange unſere Erfahrungen nicht bis auf die urſprüngliche Geſtalt der Urſtoffe und kleinſten homogenen Beſtandtheile der Körper eindringen können. Man kan mir ſehr ſinnreich erklären, wie ein Phänomen daraus erfolge, weil gewiſſe Theile der Materie länglich ſind, oder ſich um eine Axe drehen. Aber um zu wiſſen, ob man mich Wahrheit lehre, fordere ich, mir zu beweiſen, oder zu zeigen, daß ſie länglich ſind, und daß ſie ſich drehen. So lang man mir dieſen Beweiß ſchuldig bleibt, bürgt ja auch niemand dafür, daß es nicht in der wirklichen Welt ganz anders ausſehe, als in dem Ideale ihres Erklärers. Dieſemnach ſcheint es weit rathſamer, auf dem Wege der Erfahrung zu bleiben, und vor allem andern an vollkommnern und, wo möglich, mathematiſchen Beſtimmungen der Geſetze zu arbeiten.

Macquer chymiſches Wörterbuch, durch Leonhardi. Art. Verwandſchaft.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre. 4te Auflage, durch Lichtenberg. §. 201 l. u. f.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſ. Chemie, Th. I. §. 40 u. f.

Veſicularſyſtem, Syſtema veſiculare, *Syſtème veſiculaire.* So nennt man dasjenige Syſtem, welches das

Aufſteigen der Dünſte in der Luft, oder wenigſtens die Erhaltung derſelben unter der Geſtalt der Nebel und Wolken, aus der Erzeugung hohler Bläschen erklärt. Jetzt iſt es durch wirkliche Beobachtung entſchieden, daß die ſichtbaren Dünſte, d. i. Nebel und Wolken, wirklich aus ſolchen Bläschen beſtehen, dergleichen man anfangs ohne Erfahrungen annahm. Dies iſt alſo ein Beyſpiel einer Hypotheſe, welche in der Folge zur erwieſenen Wahrheit geworden iſt. Was die unſichtbaren Dünſte betrift, ſo iſt man über deren Erklärung noch nicht einig, indem manche die Verdünſtung für eine Auflöſung des Waſſers oder Waſſerdampfs in der Luft, andere hingegen für eine bloße Vermengung beyder Stoffe halten. Gewöhnlich nehmen doch beyde Theile an, daß die Bläschen nur dann vorhanden ſind, wenn die Dünſte ſichtbar werden. Das vornehmſte aus dem Veſicularſyſtem findet man bey den Worten **Ausdünſtung** (Th. I. S. 208.) und **Dünſte** (Th. I. S. 627. u. f.).

Vexirbecher, ſ. **Heber** (Th. II. S. 582.)

Vibration, ſ. **Schwingung**.

Vibrationsſyſtem, Syſtema vibrationis, *Syſtème de vibration.* Dieſen Namen führt überhaupt eine jede Theorie, welche gewiſſe Phänomene aus Schwingungen erklärt, die ſich in einem elaſtiſchen Mittel fortpflanzen. Vom Schalle iſt es entſchieden, daß er ſich auf dieſe Art durch die Luft und andere elaſtiſche Materien fortpflanze, ſ. **Schall**. Bey dieſem Worte (Th. III. S. 805. u. f.) ſind auch die Geſetze angegeben, nach welchen ſich **Newtons** Theorie zufolge die wellenförmigen Bewegungen in elaſtiſchen flüßigen Mitteln verbreiten, welche man als allgemeine Geſetze anſehen kan, die für jede Anwendung des Vibrationsſyſtems gelten müſſen.

Daß ſich nun auch das Licht, auf eine dem Schalle ähnliche Art, durch Schläge oder Schwingungen eines äuſſerſt feinen elaſtiſchen Mittels fortbewege, war ſchon ein Gedanke des **Ariſtoteles**, den in neuern Zeiten **Huygens** (Traité de la lumiere. Leide, 1690. 4.) und vorzüglich **Euler** (Nova theoria lucis et colorum

in Opuſc. var. arg. Berol. 1746. 4.) mehr ausgeſchmückt und auf die neuern Entdeckungen über Licht und Farben angewendet haben. Dieſe Theorie des Lichts iſt beſonders unter dem Namen des **Vibrationsſyſtems** bekannt, und wird dem newtoniſchen Emanations- oder Emiſſionsſyſteme entgegengeſetzt, welches das Licht aus wirklichen vom leuchtenden Körper ausgehenden Theilchen erklärt, ſ. **Emanationsſyſtem.** Von beyden Syſtemen ſ. die Artikel: **Licht, Farben.**

Auch die Phänomene des Feuers haben einige der gröſten Naturforſcher durch eine Anwendung des Vibrationsſyſtems zu erklären geſucht, die aber jetzt keinen Beyfall mehr finden kan, da man weiß, was für beträchtliche Veränderungen der Miſchung durch Verbrennung, Verkalkung u. ſ. w. ſowohl in den brennbaren Körpern, als auch in der Luft, hervorgebracht werden, deren Beſchaffenheit aus bloßen Schwingungen ſchlechterdings nicht begreiflich wird. Ueberhaupt ſtehen bey den Erſcheinungen des Feuers dem Vibrationsſyſtem unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen, die ich ſchon beym Worte **Feuer** (Th. II. S. 208 u. f.) angeführt habe.

Vitriol, Vitriolum, *Vitriol.* Dies iſt, im weitläuftigſten Sinne genommen, eine allgemeine Benennung derjenigen Mittelſalze, welche aus der Verbindung der Vitriolſäure mit einer metalliſchen Baſis beſtehen. Sonſt gieng man wohl gar ſo weit, alle metalliſche Mittelſalze, welche Säure ſie auch enthalten mochten, Vitriole zu nennen, welches aber Verwirrung veranlaſſet. Insbeſondere gehört dieſer Name dreyen Arten der vitriolſäurehaltigen metalliſchen Salze, nemlich dem Eiſen- Kupfer- und Zinkvitriol.

Der **Eiſenvitriol, grüne Vitriol, das grüne Kupferwaſſer** (Vitriolum Martis, anglicum, viride, Chalcanthum viride, *Vitriol de Mars ou d'Angleterre, Vitriol verd, Couperoſe verte*) iſt ein ſchön grünes Salz in durchſichtigen rhomboidaliſchen Kryſtallen, von einem ſäuerlich zuſammenziehenden, etwas kauſtiſchen, Geſchmacke,

welches nach Bergmann 0,23 Eiſen, 0,39 Vitriolſäure und 0,38 Waſſer enthält, und bey der mittlern Temperatur der Luft 6 Theile Waſſer zur Auflöſung erfordert. Man kan dieſes Salz aus jeder Auflöſung des Eiſens in Vitriolſäure durch Abrauchen und Abkühlen erhalten; aber den gemeinen verkäuflichen Eiſenvitriol gewinnt man mehrentheils aus den Schwefelkieſen, aus welchen er ſich durch ihre Verwitterung bildet, indem das Phlogiſton ihres Schwefels an die Luft tritt, und die Vitriolſäure ins Eiſen greift. Eben ſo gewinnt man ihn auf den Schwefelhütten aus den ſchon erſchöpften Schwefelbränden, und an einigen Orten bey der Alaunbereitung. Der gemeine Eiſenvitriol iſt faſt immer kupferhaltig, und muß erſt gereiniget werden, indem man Eiſen in die Auflöſung legt, woran ſich das Kupfer anſetzt, ſ. Cementwaſſer. Ueber dem Feuer zergeht der Eiſenvitriol in ſeinem Kryſtalliſationswaſſer, und verwandlet ſich durch deſſen Verdampfung in weißgraues, bey fortgeſetztem Brennen aber in gelbes und endlich in rothes Pulver. Man gebraucht ihn vorzüglich zur Färberey und zu Bereitung des Vitriolöls.

Der **Kupfervitriol, blaue Vitriol, das blaue Kupferwaſſer** (Vitriolum Veneris ſ. cupri, cyprium, coeruleum, Chalcanthum coeruleum, *Vitriol de cuivre, bleu, Couperoſe bleue*) iſt ein Salz in blauen länglich rhomboidaliſchen oder breiten ſechsſeitig priſmatiſchen, an den Enden ſchief abgeſtumpften Kryſtallen, von einem zuſammenziehend ſäuerlichen, ätzenden und widrigen Geſchmacke, welches nach Bergmann 0,26 Theile Kupfer, 0,46 Theile Vitriolſäure und 0,28 Theile Kryſtallenwaſſer enthält, und bey 50 Grad Wärme nach Fahrenheit faſt 4 Theile Waſſer zur Auflöſung erfordert. Man kan dieſes Salz aus der Auflöſung des Kupfers in Vitriolſäure erhalten; gewöhnlich aber wird es entweder aus den geröſteten und zerfallenen Kupferkieſen, oder aus dem geröſteten Kupferrohſteine gewonnen, wie es ſich denn auch aus dem mit Schwefel gebrannten Kupfer bereiten läſt. Hin und wieder findet es ſich auch natürlich, entweder in feſter Geſtalt, oder aufgelöſet, als Cementwaſſer. Im Feuer zergeht der Kupfer-

vitriol in ſeinem Kryſtallenwaſſer, wird aber hierauf feſt, und läſt nur bey ſehr ſtarkem Feuer in Deſtillirgefäßen einen Theil ſeiner Säure fahren.

Der Zinkvitriol, weiße, goslariſche Vitriol, weiſſes Kupferwaſſer, Gallitzenſtein (Vitriolum Zinci, album, Goslarienſe, Chalcanthum album, *Vitriol de Zinc, blanc de Goslar, Couperoſe blanche*) iſt ein Salz von weißen, vierſeitig prismatiſchen Kryſtallen, wovon zwey entgegengeſetzte Seitenflächen breiter, als die andern, ſind, mit vierſeitig pyramidaliſchen Endſpitzen. Es hat einen zuſammenziehenden, ſäuerlichen, beizenden Geſchmack, enthält nach Bergmann 0,20 Theile Zinkkalk, 0,40 Vitriolſäure und 0,40 Kryſtallenwaſſer, und erfordert bey 50 Grad Wärme $2\frac{1}{4}$ Theile Waſſer zur Auflöſung. Man bereitet den weiſſen Vitriol im Großen zu Goßlar aus einem Zinkerze des Rammelsbergs, welches Bley, Silber, viel Schwefel, Eiſen- und Kupferkies enthält. Man hat ihn lange verfertigt, ohne ſeine wahre Zuſammenſetzung zu kennen, welche von **Geoffroy** (Mém. de Paris. 1727) gemuthmaßet, aber erſt von **Brandt** (Abhdl. von den Halbmetallen, aus den Abhandl. der Geſ. der Wiſſ. zu Upſala, B. IV. J. 1735. S. 1. überſ. in Crells neuem chem. Archiv B. II. S. 299) zuverläßig entdeckt worden iſt. In der Hitze zergeht er in ſeinem Kryſtallenwaſſer, und hinterläßt eine ſtrengflüßige Maſſe, aus der ſich nur bey anhaltendem ſtarken Feuer die Säure vertreiben läſt.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Vitriole.
Gren ſyſtematiſches Handbuch der Chemie. II. Th. 2 B. §. 2770 u. f. 2497 u. f. 2980 u. f.

Vitriolgeiſt, ſ. **Vitriolſäure**.

Vitriolöl, ſ. **Vitriolſäure**.

Vitriolſäure, Acidum vitrioli, *Acide vitriolique.* Dieſen Namen führt eine eigne mineraliſche Säure, die einen Beſtandtheil der Vitriole ausmacht, und ehedem hauptſächlich aus dem Eiſenvitriole bereitet ward (wie auch noch jetzt häufig geſchieht). Nach **Bechers** und **Stahls** Grundſätzen iſt ſie für die reinſte und einfachſte aller Säu-

ren, mithin auch aller ſalzartigen Subſtanzen, angeſehen worden. Sie hat auch, wenn ſie vollkommen rein iſt, weder Farbe noch Geruch, und gleicht hierinn vollkommen dem Waſſer.

Wenn man den Eiſenvitriol in einer irdenen Retorte calcinirt, ſo erhält man zuerſt daraus ein bloßes Waſſer. Hält man aber den Vitriol bis zum Rothwerden in der Hitze, ſo wird die übergehende Feuchtigkeit zuletzt ziemlich ſauer, und giebt den insgemein ſogenannten **Vitriolgeiſt, Vitriolſpiritus** (Spiritus Vitrioli). Wenn man aber den ſchon vorher roth gebrannten Eiſenvitriol in dazu ſchicklichen Gefäßen bey einem Feuer deſtillirt, das nach und nach bis zur gröſten Heftigkeit verſtärkt wird, ſo geht in die Vorlage eine concentrirte **Vitriolſäure** über, der man wegen ihrer Conſiſtenz den ſehr unſchicklichen Namen des **Vitriolöls** (Oleum vitrioli) gegeben hat. Auf dieſe Art geſchieht die Bereitung im Großen vorzüglich gut zu Nordhauſen.

Das Vitriolöl iſt eine ſehr ſtarke Säure, welche in die Haut ätzt und einbrennt. Es iſt zwar eigentlich weiß, wird aber durch Berührung aller brennbaren Dinge braun gefärbt und der Natur der flüchtigen Schwefelſäure näher gebracht, ſ. **Schwefelſäure.** Das nordhäuſer verkäufliche Vitriolöl iſt ſchon braun, ſtößt an der Luft weißgraue Dämpfe aus, und verbreitet einen Schwefelgeruch, den das weiße Vitriolöl nicht hat. Durch gelindes Abdampfen im Sandbade kan man ihm ſowohl das wäſſerichte, als auch den flüchtigen Antheil, benehmen, und es alſo nicht nur concentrirter und ſtärker machen, ſondern auch dem braunen die weiße Farbe wiedergeben.

Das eigenthümliche Gewicht eines guten Vitriolöls iſt faſt doppelt ſo groß, als das Gewicht des Waſſers. Gewöhnlich ſetzt man es = 1,800, wiewohl **Bergmann** das zuletzt übergehende auf 2,125 mal ſchwerer, als Waſſer gefunden hat. Zum Sieden erfordert es eine beträchtliche Hitze, die bis auf 546 fahrenheitiſche Grade geht. Das weiße, ſtarke gefriert ſehr ſpät, und erſt bey — 30 Grad nach Fahrenheit. Das ſehr ſtarke braune nordhäuſer aber

giebt ſchon bey mäßiger Kälte in verſchloßnen Gefäßen ſpieſſigte Kryſtalle, die an der Luft wieder zerfließen. Dergleichen heißt **Eisöl, eisartiges Vitriolöl** (Oleum vitrioli glaciale). Dieſe Eigenſchaft hängt von eben dem flüchtigen Theile ab, der das Rauchen veranlaßt, und den man durch eine gelinde Deſtillation davon treiben kan. Man erhält ihn alsdann in einer ſtark erkälteten Vorlage unter der Geſtalt des **flüchtigen Vitriolſalzes**, das an der Luft ſehr raucht, bald zerfließt, und endlich wieder eine gewöhnliche Vitriolſäure liefert.

Gegen das Waſſer hat das Vitriolöl einen ſehr ſtarken Hang, daher es auch die Feuchtigkeit aus der Luft begierig an ſich nimmt, und dadurch mehr Gewicht erhält (ſ. *Gould* of the increaſe of weight in Oil of Vitriol expoſed to the Air in Philoſ. Trans. N. 156. p. 496). **Neumann** (Chym. med. To. II. p. 1186.) ſahe, daß eine Unze Vitriolöl innerhalb eines Jahres an der Luft 6 Unzen, 2 Quentchen Zuwachs am Gewichte erhielt, und **Baumé** (Erl. Experimentalchymie, Th. I. S. 333.) fand 2 Quentchen der ſtärkſten Vitriolſäure in einem flachen Gefäße an die Luft geſtellt, nach 5 Tagen eine Unze und 54 Gran ſchwer.

Die Vermiſchung des Vitriolöls mit Waſſer bringt eine heftige Hitze, ein mit Dämpfen begleitetes Aufwallen, und ein Geräuſch hervor, als ob man ein glühendes Eiſen ins Waſſer tauchte. Mehrere Chymiſten ſind dadurch verleitet worden, die Vitriolſäure für etwas dem Feuer ähnliches zu halten. Weit natürlicher aber läſt ſich dieſe Erſcheinung aus der Befreyung des vorher in beyden Materien gebundenen Wärmeſtofs herleiten, den das aus beyden entſtehende Gemiſch nicht mehr faſſen kan. Hieraus erklärt ſich auch die Beobachtung des Herrn **Achard** (Chemiſch phyſ. Schriften S. 293 u. f.), daß ein Thermometer, deſſen Kugel in ſtarke Vitriolſäure getaucht wird, wenn man die Verdünſtung mit einem Blaſebalge befördert, nicht wie gewöhnlich fällt, ſondern vielmehr ſteigt, weil ſich die Säure mit der aus der Luft angezognen Feuchtigkeit erhitzt.

Durch Verdünnung eines Theils von weißem Vitriolöl mit 2 — 3 Theilen Waſſer bereitet man ſehr bequem den

gewöhnlichen Vitriolgeiſt. Man muß nicht das Waſſer ins Vitriolöl gießen, ſondern umgekehrt dieſes behutſam ins Waſſer tröpfeln. Rauchendes Vitriolöl verliert dadurch alle rauchende Eigenſchaft.

Die Anziehung der Vitriolſäure gegen das brennbare Weſen iſt ungemein ſtark. Dieſe beyden Stoffe bilden, ſo lang ihre innige Verbindung durch das beygemiſchte Wäſſerichte gehindert wird, die flüchtige Schwefelſäure oder phlogiſtiſirte Vitriolſäure, bey mehrerer Entwäſſerung und vollkommner Sättigung aber den Schwefel ſ. Schwefelſäure, Schwefel. Wenn man 4 Theile Vitriolöl und 1 Theil Pflanzenöl bey gelindem Feuer mit vorgeſchlagnem Waſſer deſtillirt, ſo geht flüchtige Schwefelſäure über; ſetzt man aber nachher die Deſtillation bey ſtärkerm Feuer fort, ſo ſublimirt ſich im Halſe und Gewölbe der Retorte ein wahrer Schwefel.

Durch Verbrennung des Schwefels in verſchloßnen Gefäßen, worinn ſich Waſſer oder Waſſerdämpfe befinden, wird das Waſſer nach und nach mit der flüchtigen Säure des Schwefels ſtark imprägnirt, und es kan durch Ausſtellen an die Luft das Schweflichte und durch Deſtillation im Sandbade das Wäſſerichte davon getrieben, und ein gewöhnliches Vitriolöl daraus erhalten werden. Auf dieſe Art bereitet man aus dem Schwefel das wohlfeilere engliſche Vitriolöl, indem man in großen gläſernen oder bleyernen Gefäßen Schwefel mit Salpeter verpuffen läſt, da die Verpuffung wegen der aus dem Salpeter entbundnen dephlogiſtiſirten Luft auch in verſchloßnen Gefäßen von ſtatten geht. Es iſt aber dieſe Arbeit wegen der langſamen Verbindung der Schwefeldämpfe mit dem Waſſer, wegen des öftern Verlöſchens, welches die Gefäße zu öfnen und das Gemiſch wieder anzuzünden nöthigt, und wegen der Schädlichkeit der Schwefeldämpfe beym Einſchlucken, ſehr beſchwerlich. Die ſo erhaltene Vitriolſäure iſt nie ſo concentrirt, als das nordhäuſer Vitriolöl, und mit fremden Stoffen vermiſcht.

Die Vitriolſäure gehört zu den kräftigſten chymiſchen Auflöſungsmitteln. Sie löſet die drey Laugenſalze ſehr

leicht, und wenn ſie mild ſind, mit Vertreibung ihrer Luftſäure, alſo unter ſtarkem Aufbrauſen, auf, und bildet mit dem Gewächslaugenſalze den vitrioliſirten Weinſtein, mit dem Mineralalkali das Glauberſalz, mit dem flüchtigen Alkali Glaubers geheimen Salmiak. Da ſie mit allen Laugenſalzen ſtärker verwandt iſt, als die Salpeter- und Salzſäure, ſo treibt ſie dieſe Säuren aus den Neutralſalzen, in welchen ſie enthalten ſind, und ſetzt ſich an die Stelle derſelben. Dies iſt das Mittel, aus dem Salpeter und Kochſalze ihre Säuren zu ſcheiden, indem man ſie mit Vitriolöl deſtilliret, ſ. Salpeterſäure, Salzſäure. Die vitrioliſchen Neutralſalze haben übrigens eine Neigung, ſich mit Vitriolſäure zu überſättigen. Daher geſchieht es oft, daß ein Theil dieſer Salze wirklich von der Salpeterſäure angegriffen wird, weil er ſeine Vitriolſäure an den andern Theil abgeben kan, ohne daß man daraus einen Einwurf gegen die Lehre von der Beſtändigkeit der Verwandſchaften herleiten darf.

Auch mit den abſorbirenden Erden verbindet ſich die Vitriolſäure ſehr innig zu Mittelſalzen, von denen die meiſten eben wegen dieſer genauen Verbindung im Waſſer ſchwer auflöslich ſind. So giebt ſie mit der Kalkerde den Selenit, mit der Schwererde den ganz unauflöslichen Schwerſpath, mit der Thonerde den Alaun. Mit der Bitterſalzerde bildet ſie das leicht auflösliche Bitterſalz; auf die Kieſelerde aber zeigt ſie gar keine Wirkung.

Unter den reguliniſchen Metallen greift ſie Gold und Platina (auch das Wolframmetall) gar nicht, die meiſten übrigen nur im concentrirten Zuſtande und mit Hülfe der Hitze, an. Dagegen werden Eiſen, Zink und Braunſteinkönig von ihr ſehr leicht (zum Theil von verdünnter Vitriolſäure noch leichter, als von concentrirter) und mit Entwickelung häufiger brennbarer Luft, aufgelöſet. Auch löſen ſich die Kalke der Metalle in ihr auf, wenn man ſie vorher aus den Auflöſungen in andern Säuren durch Laugenſalze niedergeſchlagen hat. Mit dieſen metalliſchen Subſtanzen geht ſie eine deſto innigere Verbindung ein, je weniger ſie ihnen Brennbares entzogen hat, und erzeugt mit

ihnen kryſtalliſationsfähige Mittelſalze, welchen allen der Name der **Vitriole** in ſeiner allgemeinern Bedeutung beygelegt wird, ſ. **Vitriol.** Bey den Auflöſungen metalliſcher Subſtanzen in Vitriolſäure entſteht ein mehr oder weniger ſtarkes Aufbrauſen, und es entbindet ſich entweder Schwefelluft, ſ. Gas, vitriolſaures, wie beym Queckſilber, Silber, Bley, Kupfer ꝛc. oder brennbare Luft, wie beym Eiſen und Zink, oder es erzeugt ſich auch wohl in der Auflöſung ſelbſt ein Schwefel, wie **Macquer** und **Baumé** beym Zinn bemerkt haben.

Nach **Macquer** greift die Vitriolſäure bey der Auflöſung der Metalle vorzüglich ihr Brennbares an, entzieht es denen, die ſich deſſelben leicht berauben laſſen, verkalkt ſie dadurch mehr oder weniger, und verbindet ſich mit den metalliſchen Erden um ſo viel ſchwerer, je mehr dieſelben, es ſey auf welche Art es wolle, von ihrem Brennbaren verlohren haben.

Auf Oele und alle öligte Materien wirkt die concentrirte Vitriolſäure mit vieler Kraft, erhitzt ſich mit ihnen unter ſtarkem Aufwallen, entwickelt eine Menge Schwefelluft, und verwandlet den Rückſtand in ein ſchwarzes harziges Gemiſch. Verdünnte Vitriolſäure hingegen ſcheint durch das Waſſer faſt an aller Wirkung auf die Oele gehindert zu werden.

Mit dem Weingeiſte zu gleichen Theilen oder auch nur zur Helfte vermiſcht, giebt die concentrirte Vitriolſäure, unter ſtarkem Aufwallen, Geräuſch und Hitze **Hallers ſaures Elixir** oder **Rabels Waſſer**, einen Liquor von dunkler Farbe und dem Geruche des Malagaweins, aus dem ſich durch Deſtillation der **Vitriolàther** bereiten läßt, ſ. Aether. Nimmt man zu 5 bis 6 Theilen Alkohol nur einen Theil Vitriolöl, ſo heißt dieſer Liquor **Dippels ſaures Elixir**, und giebt durch die Deſtillation ſtatt des Aethers den **verſüßten Vitriolſpiritus** oder **Hofmanns ſchmerzſtillenden Geiſt** (Spiritus vitrioli dulcis, liquor anodinus *Hofm.*), den man ſonſt auch durch eine Auflöſung des Vitrioläthers in 6 Theilen Weingeiſt erhalten kan.

Reine Vitriolſäure findet man von Natur ſelten oder gar nicht, ohne Zweifel wegen der häufigen Verbindungen, in welche dieſelbe mit ſo mannigfaltigen Körpern treten kan. Doch bemerkt Bergmann (Nov. Act. Vpſal. Vol. III. p. 91.), daß bey Viterbo und an andern Orten, wo Schwefel durch unterirdiſches Feuer verbrannt iſt, eine verdünnte Vitriolſäure aus Felſenritzen hervorquelle. Deſto häufiger findet man ſie mit dem Brennbaren vereiniget in Geſtalt des Schwefels und der Erdharze, mit Erden verbunden als Selenit, Bitterſalz, Alaun und Schwerſpath, mit metalliſchen Subſtanzen, als gediegenen Vitriol, mit dem Mineralalkali neutraliſirt als Glauberſalz, wovon in den meiſten Waſſern, beſonders den kochſalzhaltigen, ein Antheil enthalten iſt. Eben ſo häufig findet ſich in den Stoffen des Thier- und Pflanzenreichs der vitrioliſirte Weinſtein; und überhaupt iſt die Vitriolſäure ſo allgemein verbreitet, daß man Spuren von ihr bey der Unterſuchung der meiſten natürlichen Körper antrift.

Ob nun dieſe in der Natur verbreitete Vitriolſäure ſich urſprünglich in dem Zuſtande des Schwefels befunden, und durch deſſen Verbrennung und Zerſetzung entbunden erſt die metalliſchen und erdigten Mittelſalze erzeugt habe; oder ob ſie vielmehr urſprünglich mit den erdigten und metalliſchen Stoffen vereiniget geweſen, und durch ihre vorzügliche Neigung gegen das Brennbare dieſen entzogen, und zur Bildung des im Innern der Erde enthaltenen Schwefels verwendet worden ſey, das läſt ſich keinesweges beſtimmen. Die Kunſt kan die Verbindungen dieſer Säure nach Verſchiedenheit der Umſtände auf beyderley Art verändern, und vielleicht hat ſich auch die Natur des einen Weges ſowohl, als des andern, bedient.

Meinungen mehrerer Chymiſten über das Weſen und die Beſchaffenheit der Vitriolſäure ſind bereits bey den Worten Salze, Säuren erwähnt worden. Diejenigen, welche alle Säuren auf eine einzige zu bringen ſuchten, ſahen die Vitriolſäure wegen der Einfachheit und Innigkeit ihrer Verbindungen für die allgemeine Säure (acidum catholicum, primigenium) an, welche die Baſis der übrigen

ausmache. Andere glaubten ſie mit der Natur des Feuers verwandt, weil ſie alle Aetz- und Auflöſungskraft überhaupt dem Feuer, oder dem Kauſtikum, zuſchrieben. In der neuern Chymie hat man ſie mehrentheils für einen eignen, ſehr einfachen, Stof gehalten, bis erſt ſeit kurzem das antiphlogiſtiſche Syſtem einen andern Begrif von ihr angenommen, und ſie für eine Zuſammenſetzung aus Schwefel und Sauerſtof erklärt hat. Dem zufolge ſoll der Schwefel noch ein einfacherer Stof, als dieſe Säure, ſeyn, die man ſonſt allgemein für eine der einfachſten Subſtanzen anerkannte.

Nach der neuern Nomenclatur dieſes Syſtems heißt die Vitriolſäure Acidum ſulfuricum (*Acide ſulfurique*), da hingegen die flüchtige Schwefelſäure, welche des Sauerſtofs mehr beraubt und mit Waſſer verbunden ſeyn ſoll, Acidum ſulfuroſum (*Acide ſulfureux*) genannt wird. Die mit der Vitriolſäure gebildeten Neutral- und Mittelſalze bekommen den Namen Sulfates, z. B. der vitrioliſirte Weinſtein Sulfas potaſſae, der Eiſenvitriol Sulfas ferri; die mit der Schwefelſäure erzeugten heißen Sulfites, z. B. Stahls Schwefelſalz Sulfis potaſſae, die Schwefellebern Sulfureta (*Sulfures*).

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Vitriolſäure.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſ. Chemie, I. Theil, §. 639 u. f.

Vitriolſaure Luft, ſ. Gas, vitriolſaures.

Vollmond, Plenilunium, *Pleine Lune*. Dieſen Namen giebt man der Erſcheinung der völlig erleuchteten Mondſcheibe, oft auch der Zeit, da wir dieſe Erſcheinung ſehen, ſ. Mondphaſen.

Die Mondſcheibe erſcheint uns ganz erleuchtet, wenn der Mond unſerm Auge gerade eben diejenige Helfte ſeiner Kugel zuwendet, die in dieſem Augenblicke auch gegen die Sonne gekehrt iſt, wie in der Stellung bey c Taf. XVII. Fig. 58. In dieſer Stellung wird er von T aus, oder von der Erde, der Sonne S gegenüber, d. i. in Oppoſition mit der Sonne geſehen. Er geht alsdann auf, wenn die

Sonne untergeht, und wieder unter, wenn ſie aufgeht, und iſt demnach die ganze Nacht hindurch ſichtbar. In dieſe Lage von T gegen c zu, oder der Sonne S gegenüber, fällt auch allemal der Erdſchatten, der alſo nie anders, als zur Zeit des Vollmonds, den Mond treffen, und eine **Mondfinſterniß** verurſachen kan.

Die Erſcheinung des Vollmonds fällt in die Mitte eines jeden Mondwechſels, im Durchſchnitte genommen, 14 Tage 18 Stunden 22 Min. nach dem Augenblicke des Neumonds. Sie halbirt die Reihe der Mondserſcheinungen ſo, daß vor ihr der Mond zunehmend, nach ihr abnehmend iſt; vor ihr des Abends ſichtbar iſt und während der Nacht untergeht, nach ihr aber in der Nacht erſt aufgeht, und bis zu Sonnenaufgang ſichtbar bleibt.

Im Vollmonde werden die Ungleichheiten oder Flecken, welche um die Mitte der ſichtbaren Mondſcheibe ſtehen, von der Sonne faſt ſenkrecht beſchienen, und werfen daher auf den benachbarten Grund ſehr kurze Schatten. Dies macht, daß man im Vollmonde überhaupt wenig ſolche Schlagſchatten ſieht, und daß die Flecken zu dieſer Zeit ein ganz anderes Anſehen haben, als wenn ſie in den übrigen Phaſen näher an der Grenze des erleuchteten Theils geſehen werden.

Volumen, Inbegrif, körperlicher Inhalt, Umfang, Volumen, *Volume.* So nennen die Phyſiker die Größe des körperlichen Raums, den ein Körper zu erfüllen oder einzunehmen ſcheint. Die Vorſtellung dieſes Raums mit ſeinen Grenzen bleibt noch in der Einbildungskraft zurück, wenn man ſich gleich die Materie ſelbſt aus demſelben herausgenommen denkt. Sie führt alsdann den Namen des **geometriſchen Raumes**, oder der **geometriſchen Ausdehnung**, deren Grenzen auf die Begriffe von Flächen, Linien, Punkten leiten. Die Geometrie, die dieſen Raum als vollkommen ausgefüllt durch ſeine Theile, oder als eine ſtetige Größe betrachtet, lehrt Mittel, dieſe Größe zu beſtimmen und in bekannten Cubikmaßen auszudrücken. Der auf ſolche Art durch geometriſche Ab-

meſſung beſtimmte Raum eines Körpers heißt alsdann ſein **Volumen.** So ſagt man, ein Körper habe das Volumen eines Cubikzolls, wenn er ſo viel Raum einzunehmen ſcheint, als einem Würfel von 1 Zoll Seite zugehört, u. ſ. w.

Dieſes Einnehmen oder Erfüllen des Raums iſt jedoch bey allen Körpern nur Schein. Wirklich erfüllt ihre undurchdringliche Materie nur gewiſſe Theile dieſes Raums, indem andere leer und für fremde Materien durchdringlich bleiben, ſ. **Poroſität, Zwiſchenräume.** Es wird aber bey der Betrachtung des Volumens, welche blos geometriſch iſt, auf die Menge dieſer Zwiſchenräume gar nicht geſehen, ſondern das Volumen ſo beſtimmt, als ob es der Körper völlig erfüllte. Sind die Zwiſchenräume ſehr klein, wie in den meiſten Fällen, ſo ſcheint auch ſelbſt dem Auge der Körper noch eben den Raum zu erfüllen, den er einnehmen würde, wenn er gar nicht mit Zwiſchenräumen durchbohrt wäre.

Die Vergleichung des Volumens mit dem Gewichte und der Maſſe der Körper führt auf die Begriffe von ſpecifiſchem Gewicht und von Dichtigkeit, ſ. **Schwere, ſpecifiſche, Dichte.** Gleichgroße Würfel von Bley und Holz haben einerley Volumen; aber eben darum, weil der bleyerne Würfel 11 mal mehr Gewicht und Maſſe, als der hölzerne hat, nennt man das Bley eine 11 mal ſchwerere und dichtere Materie, als das Holz.

Man erfährt die Volumina der Körper durch geometriſche Abmeſſung. Ein eigner Theil der Meßkunſt, die **Stereometrie** oder **Körpermeſſung**, giebt Regeln an, den Inbegrif der Körper von beſtimmter Geſtalt aus einer oder mehrern an ihnen gemeſſenen Linien zu berechnen. Dieſe Regeln werden doch oft in der Ausübung unſicher, weil die natürlichen Körper höchſt ſelten die in der reinen Mathematik vorausgeſetzte regelmäßige Geſtalt haben. Daher beſtimmt man in der Experimentalphyſik ſehr oft das Volumen der Körper lieber durch mechaniſche oder hydroſtatiſche Methoden. Hat man ſich z. B. verſichert, daß ein rheinländiſcher Decimalcubikzoll Waſſer $492\frac{1}{4}$ Gran

wiege, ſo wird man ſchließen können, daß ein feſter unauflöslicher Körper, der in dieſes Waſſer verſenkt, 1969 Gran von ſeinem Gewichte verliert, ein Volumen von $\frac{1969}{492\frac{1}{4}}$ d. i. von 4 Cubikzollen einnehme, u. ſ. w.

Man pflegt das Volumen der Körper oft auch ihren **Umfang** zu nennen, wiewohl dieſes Wort nach ſeiner eigentlichen Bedeutung nicht den Inhalt, ſondern die Größe der Grenzen anzeigt, zumal wenn es bey Flächenräumen gebraucht wird. So iſt Umfang eines Vielecks nicht Inhalt deſſelben, ſondern Summe der Linien, die es begrenzen. Man wird ſich alſo immer beſtimmter, und dem richtigen mathematiſchen Sprachgebrauche gemäßer ausdrücken, wenn man das Wort Umfang in dieſem Sinne zu gebrauchen vermeidet.

Vorderglas, Objectivglas, ſ. **Fernrohr.**

Vorrücken der Nachtgleichen, Præceſſio ſ. Anticipatio aequinoctiorum, *Préceſſion des équinoxes.*

Man bezeichnet mit dieſem Namen die ſcheinbare Bewegung aller Fixſterne, durch welche die Länge eines jeden jährlich etwa um 50⅓ Secunde, oder in 71½ Jahren um einen Grad vergrößert wird.

Die Fixſterne ſcheinen hiebey ſo fortzurücken, daß ſich nur ihre Länge ändert, indeß ihre Breite, oder ihr Abſtand von der Ekliptik ungeändert bleibt. Oder, was eben ſo viel iſt, ſie ſcheinen in Kreiſen fortzugehen, welche mit der Ekliptik parallel laufen, ſo daß es das Anſehen hat, als drehten ſie ſich um der Ekliptik Pole. Dieſes kan nun entweder von einer wirklichen Bewegung der Fixſterne, oder von einer bloßen Verrückung des erſten Punkts der Ekliptik herrühren, von welchem man die Längen zu zählen anfängt, ſ. **Länge der Geſtirne.** Man ſtelle ſich Taf. XXV. Fig. 62. unter EL die Ekliptik, unter AQ den Aequator vor; beyder Durchſchnittspunkt ♈ iſt der Anfang der Ekliptik. Wenn nun der Stern γ im Bilde des Widders, deſſen Länge vor 2000 Jahren, da er ſenkrecht über ♈ ſtand, = 0 war, itzt eine Länge von 30° oder 1 Zeichen hat, ſo kan

dies entweder daher kommen, weil dieſer Stern mit der Ekliptik EL parallel um 30° weiter von γ bis g gerückt iſt, indem ♈ unverändert in o blieb; oder es kan daher rühren, weil ſich der Punkt ♈ in der Ekliptik ſelbſt 30° weit von o bis r verſchoben hat, indem der Stern unbewegt in γ geblieben iſt.

Es kan in der neuern Aſtronomie niemand mehr einfallen, das erſte anzunehmen, da man hiebey unzählbaren unermeßlich weit entfernten Sonnen eine gemeinſchaftliche Bewegung, mit Beziehung auf die gegen ſie ganz unbedeutende Erdkugel, beylegen müſte. Hingegen wird alles äuſſerſt einfach, wenn man die ganze Erſcheinung als eine bloße Verrückung des Punktes ♈ von o gegen r betrachtet. So muß man ſie nach dem Syſtem des **Copernikus** (De revol. orb. coeleſt. III. 1.) nothwendig anſehen. Nun iſt zwar die Richtung von o nach r, welche nach der rechten Hand geht, der Ordnung der Zeichen entgegen, mithin dieſe Bewegung des ♈, und des gegenüberſtehenden Punkts der Ekliptik (oder der beyden Nachtgleichen) eigentlich ein **Rückwärtsgehen**; man iſt aber einmal gewohnt, ihr den Namen des **Vorrückens** der Nachtgleichen zu geben.

Hipparch fand ſchon 128 Jahr vor Chriſti Geb. die Längen der Sterne in Anſehung der Aequinoctialpunkte über 2 Grad größer, als ſie **Timocharis** und **Ariſtyllus** 294 Jahr v. C. G. beſtimmt hatten. Eben dieſes Zunehmen der Längen zeigte ſich aus Vergleichung ſeiner Beobachtungen mit des **Eudoxus** Beſchreibung der Sphäre, die ſich auf noch ältere Zeiten bezog. Seit dieſen Zeiten bis jetzt (in einem Zeitraume von 2200 Jahren) haben die Längen der Sterne um mehr als 30 Grad zugenommen. Sehr ſinnlich wird dieſes an den Sternbildern des Thierkreiſes, welche itzt nicht mehr in den Zeichen oder Theilen der Ekliptik ſtehen, wo ſie ſich ehedem befanden, ſondern in die nächſtfolgenden übergegangen ſind, wie z. B. die Sterne des Widders h. z. t. in dem Zeichen des Stiers ſtehen. Daher hat man die wirklichen oder **ungebildeten** Zeichen des Thierkreiſes (dodecatemoria) von den **gebildeten** (aſteriſmi) d. i. von den Sternbildern, deren Namen ſie führen, zu unterſcheiden.

Die Größe dieſer Bewegung beſtimmt man aus der Vergleichung älterer und neuer Beobachtungen. So ſetzt die Kornähre der Jungfrau

Hipparch 128 v. C. G.	in die Länge	5 Zeich.	24 Gr.	0 Min.
de la Lande 1750 n. C. G.	- -	6	20	21
Unterſchied in 1878 Jahren		0	26	21

Dies giebt im Durchſchnitte auf ein Jahr $50\frac{1}{2}$ Sec. Andere Beobachtungen geben etwas andere Größen, und da die alten Beobachtungen nicht genau, die neuen allein aber zu Beſtimmung ſo langſamer Aenderungen nicht hinreichend ſind, ſo nimmt man aus allen das Mittel $50\frac{1}{3}$ Sec., welches für jedes Jahrhundert $1^\circ\ 23'\ 54''$ giebt. De la Lande ſetzt für ein Jahrhundert $1^\circ\ 23'\ 10''$, bemerkt aber, daß dieſe Größe nicht vollkommen gleichförmig ſey, indem ſich von einem Jahrhunderte zum andern einiger Unterſchied finde.

Dieſen Angaben zufolge vollenden die Fixſterne ihren ſcheinbaren Umlauf um die Pole der Ekliptik in 25700 (nach de la Lande 25972) Jahren. Man nennt dieſe Umlaufszeit insgemein das **große** oder **platoniſche Jahr**: es giebt aber in der Geſchichte der ältern Aſtronomie eine Menge ſolcher großen Jahre (ſ. *Cenſorin.* de die nat. cap. 18. *Plutarch* de plac. philoſ. II. 32. *Macrob.* Somn. Scip. II. 11.), die wohl mehrentheils aus Zuſammenſetzungen anderer Perioden beſtehen mögen, wenn auch gleich einige von dem frühzeitig bemerkten Fortrücken der Fixſterne hergenommen ſind. Von dieſen großen Jahren handlen **Riccioli** (Alm. nov. To. I. p. 130. 168.), **de la Nauze** (Mém. de l'acad. des Inſcript. To. XXIII. p. 90.) und **Bailly** (Geſchichte der alten Sternkunde, a. d. franz. Leipz. 1777. gr. 8. II. B. 8 Abſ. § 15.). Das von Plato angenommene begreift 12000 Jahr: man müſte alſo damals geglaubt haben, die Fixſterne rückten aller tauſend Jahr durch ein Zeichen des Thierkreiſes.

Um ſich das Vorrücken der Nachtgleichen gehörig vorzuſtellen, muß man ſich Taf. XXV. Fig. 62. die Linie EL oder die Ekliptik unbeweglich denken, den Aequator AQ

aber, der ſie in ♈ und in noch einem gegenüberſtehenden Punkte ſchneidet, mit paralleler Bewegung (in ſo fern nemlich die Schiefe der Ekliptik ungeändert bleibt) langſam nach aq fortrücken laſſen. Daraus wird denn folgen, daß auch die Pole des Aequators, oder die **Weltpole**, in einem Kreiſe, ebenfalls der Ordnung der Zeichen entgegen, um die Pole der Ekliptik umlaufen. Wenn man aber die Weltpole für unbeweglich hält, ſo ſcheint es, als drehten ſich die Fixſterne nach der entgegengeſetzten Richtung langſam um die Pole der Ekliptik, ſ. **Polarſtern.** Da die Schiefe der Ekliptik veränderlich iſt, ſo bilden alle dieſe Bewegungen nicht genau Kreiſe.

Wenn der Stern γ unbewegt bleibt, ♈ aber von o nach r rückt, ſo wird die Rectaſcenſion des Sterns, die vorher ♈D war, in rq . . . ad, und die Abweichung, die zuerſt γD war, in γd verändert. Daher verändert das Vorrücken der Nachtgleichen mit den Längen der Sterne zugleich ihre Rectaſcenſionen und Abweichungen; nur die Breiten γo bleiben ungeändert.

Aus dieſem Grunde können alle Hülfsmittel der Sternkunde, welche die Stellungen der Fixſterne gegen Aequator und Ekliptik angeben oder darſtellen, z. B. Fixſternverzeichniße, Himmelskugeln, Sternkarten u. dergl. nur für eine gewiſſe Zeit gelten. Für andere Zeiten werden bey den Sternverzeichnißen Reductionen erfordert, ſ. **Reduction.** In manchen Verzeichnißen ſind die jährlichen Aenderungen der geraden Aufſteigung und Abweichung eines jeden Sterns gleich mit angegeben, ſ. **Fixſternverzeichniße.** Für die Längen iſt dies nicht nöthig, da dieſe bey allen Sternen gleich viel, nemlich $50\frac{1}{3}$ Sec. jährlich, wachſen. Was die Himmelskugeln betrift, ſo iſt es nicht genug, ſich alle Sterne auf ihnen für jede 70 Jahre um einen Grad in der Länge fortgerückt zu denken. Wollte man alte Globen für ſpätere Zeiten, oder umgekehrt neuere Globen für ältere Zeiten, richtig gebrauchen, ſo müſte man die Weltpole auch mit verrücken, welches nicht angeht, weil dieſe feſt ſind, und die Kugel ſich um ſie drehen muß. Daher haben einige Aſtronomen auf ſolche Vorrichtungen bey den Himmels-

kugeln gedacht, wobey man die Stellung der Weltpole der Zeit gemäß verändern könnte. **Caſſini** (Hiſt. de l'acad. des ſc. 1708. p. 97.) hatte ein Modell hiezu verfertiget, auch **Lowitz** eines, welches letztere Herr **Käſtner** beſitzt, und Herr **von Segner** (Aſtronomiſche Vorleſungen, Erſter Theil. Halle, 1775. 4. §. 357. S. 188.) hat noch einen andern Vorſchlag hiezu gethan.

Die alten Syſteme, welche die Fixſterne ſehr nahe annahmen, und in eine hohle Sphäre einſchloßen, ſahen das Vorrücken der Nachtgleichen als eine wirkliche Bewegung dieſer Sphäre an. **Copernikus** hob die alte Vorſtellung gänzlich auf, und betrachtete die Erſcheinung als eine Bewegung der Aequinoctialpunkte (Anticipatio aequinoctiorum). Man war lange Zeit vergeblich bemüht, ihre Urſache durch mancherley Hypotheſen zu erklären. So viel ſahe man ein, daß die Erſcheinung eine ähnliche Urſache mit dem Rückgange der Knotenlinien haben müſſe. Nemlich ſo, wie man die Durchſchnitte der Planetenbahnen mit der Ebne der Ekliptik Knoten dieſer Bahnen nennt, ſ. **Knoten**, ſo kan man ſich die Durchſchnittspunkte des Aequators mit der Ekliptik, oder die Punkte der Nachtgleichen, als Knoten des Aequators vorſtellen. Da nun der Aequator nichts anders iſt, als die Ebne, in welcher die tägliche Umdrehung der Erde geſchieht, ſo ſind die Nachtgleichen in der That die **Knoten der täglichen Erdumdrehung**.

Newton (Princip. L. III. Prop. 39.) löſte endlich durch ſeine vortrefliche Mechanik der himmliſchen Bewegungen auch dieſes Räthſel auf. Er zeigte, daß die Gravitation der nicht vollkommen ſphäriſchen, ſondern um die Pole abgeplatteten, Erde gegen Sonne und Mond, die Knotenlinie der täglichen Umdrehung beſtändig zurücktreiben müſſe. Geſetzt, man ſtelle ſich die um den Aequator der Erde angehäuften Theile als einen Ring vor, der ſich aller 24 Stunden um die völlig kugelrunde Erde drehe, ſo wird zwar dieſer Ring eine bey weitem größere Schwere gegen die Erdkugel, als gegen Mond und Sonne, haben. Beyde Himmelskörper werden aber doch gegen den Ring eine etwas ſtärkere Anziehung, als gegen die übrigen Thei-

le der Erde, äußern; und weil die Lage dieſes Ringes in der Ebne des Aequators iſt, Sonne und Mond aber darauf allezeit aus der Ebne der Ekliptik wirken, wird hieraus eben die Wirkung, wie bey den Planetenbahnen, entſtehen, daß nemlich die Punkte des Erdrings die Ebne der Ekliptik bey jeder Umdrehung etwas früher durchſchneiden, als ſonſt geſchehen würde; daher die Durchſchnittspunkte oder Knoten der Umdrehung nach der Seite, welche den Bewegungen der Erde und des Monds entgegengeſetzt iſt, d. i. gegen die Ordnung der Zeichen, fortrücken müſſen.

Die Berechnung des Vorrückens der Nachtgleichen gehört zu den ſchwerſten der phyſiſchen Aſtronomie. **Newton** hatte hiebey vieles unerwieſen oder unrichtig angenommen, welches **d'Alembert** (Recherches ſur la préceſſion des équinoxes et ſur la nutation. Par. 1749. 4.) verbeſſert, und dieſe Aufgabe zuerſt vollſtändig aufgelöſet hat. Mit der gröſten Deutlichkeit handlet dieſen Gegenſtand **de la Lande** (Aſtr. L. XXII.) ab. Wegen der Wirkung des Monds iſt das Vorrücken nicht alle Jahre gleich groß. **Bradley** hat gefunden, daß es $58''$ beträgt, wenn der aufſteigende Knoten des Monds in 0° ♈ iſt; $53''$, wenn er ſich in 0° ♎; $50\frac{1}{3}''$, wenn er ſich in 0° ♋ oder in 0° ♑ befindet. Ueberhaupt kommen bey dem mittlern Vorrücken etwa $35''$ vom Monde, die übrigen $15''$ von der Sonne her.

Hiemit ſteht auch das Wanken der Erdaxe in Verbindung, wovon ein eigner Artikel handlet. Das Vorrücken der Nachtgleichen verurſacht den Unterſchied des tropiſchen und ſideriſchen Jahres, ſ. **Jahr**; und eine kleine in einzelnen Tagen unmerkliche Differenz zwiſchen Sternzeit und Zeit der erſten Bewegung, ſ. **Sternzeit**.

de la Lande aſtron. Handbuch, a. d. franz. Leipz. 1775. gr. 8. §. 319. 1064.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtronomie. Göttingen, 1781, 8. §. 125. 291.

Bode kurzgef. Erläut. der Sternkunde. Berlin, 1778. 8. Th. I §. 206. II. §. 525.

Vulkane, feuerſpeyende Berge, Montes ignivomi, ſ. vulcanii, *Volcans*. Berge, welche von Zeit zu Zeit glühende und calcinirte Steine, geſchmolzene glühende Materien, Wirbel von Rauch und Flammen u. dergl. oft bis zu anſehnlichen Höhen ausſtoßen und um ſich werfen, wodurch bisweilen ganze Strecken Landes verwüſtet werden. Der Anblick eines tobenden Vulkans wird von den Beobachtern als das fürchterlich-erhabenſte Schauſpiel in der Natur beſchrieben, und die Wirkungen davon erfolgen mit einer bewundernswürdigen Gewalt. Die Vulkane brannten ohne Zweifel in den älteſten Zeiten der Erde weit häufiger, als jetzt, und haben an der Bildung und Veränderung ihrer Oberfläche einen ausgezeichneten Antheil genommen.

Der Ausbruch der brennenden und geſchmolzenen Materie geſchieht allezeit aus einer Oefnung oder einem Schlunde, dem man den Namen des Craters giebt. Die Materien ſelbſt fließen zum Theil als Ströme von Lava an den Seiten herab, zum Theil ſteigen ſie hoch in die Luft, und fallen als ein Hagel wieder herunter. Sie häufen ſich dadurch zu einem Kegel auf, eben ſo, wie durch die aufgeworfene Erde der Maulwurfshügel, oder durch den herabfallenden Sand der kleine Hügel in einer Sanduhr entſteht. Inzwiſchen bleibt der Canal, durch welchen die Ausbrüche gehen, offen, und der Crater erhält dadurch die Geſtalt eines hohlen kegelförmigen Baſſins, welches ſich nahe bey der Spitze des durch die Auswürfe gebildeten Kegels oder Zuckerhuts befindet. Daher kömmt die regelmäßige Geſtalt der meiſten Vulkane, welche inzwiſchen ſehr oft geſtört wird, wenn ſich die vorige Oefnung verſtopft, oder vom Feuer verlaſſen wird, und dieſes ſich neue Schlünde an den Seiten des Kegels eröfnet. Dadurch ſtürzen die Kegel ein, und es geht ein Theil ihrer regelmäßigen koniſchen Geſtalt verlohren. Inzwiſchen laſſen ſich faſt immer noch die Spuren eines großen dem Ganzen zum Grunde liegenden Kegels, und ſo vieler kleinen Kegel, als Seitenöfnungen entſtanden ſind, ſammt den zugehörigen Cratern, wiederfinden. An dieſen Spuren und den herumliegenden vulkaniſchen Producten erkennt man auch die alten jetzt aus-

gebrannten oder erloſchenen Vulkane *(Volcans éteints)*, wiewohl manche zu weit gehen, wenn ſie jeden kegelförmigen Berg für einen ehemaligen Vulkan erklären.

Hieraus erhellet nun, daß der Ausbruch des Feuers, ſelbſt wenn er im platten Lande geſchieht, dennoch um ſich her einen höhern oder niedrigern Berg bildet, daher alle fortdaurende Ausbrüche dieſer Art aus Bergen geſchehen, von welchen ich nun einige der vornehmſten beſchreiben will.

Der Veſuv, nahe bey Neapel, giebt durch ſeine Geſtalt ein deutliches Beyſpiel des angeführten. Er beſteht aus einer von den Apenninen ganz abgeſonderten Maſſe vulkaniſcher Berge, die ſich ringsum gleichförmig mitten aus einer Pläne erhebt, und augenſcheinlich das Werk einer einzigen Oefnung iſt, welche ehedem im Mittel geſtanden hat. Eine große Kataſtrophe, vielleicht die im Jahre 79 n. C. G., die Herculanum und Pompeji verſchüttete und dem ältern Plinius das Leben koſtete, hat den alten Gipfel eingeſtürzt, und es iſt nur ein Theil des Randes von dem ehemaligen großen Crater ſtehen geblieben. Dies ſind die Berge Somma und Ottajano, welche den jetzigen Veſuv auf der Nordſeite in Form eines Halbkreiſes umgeben, und von ihm durch das halbkreisförmige Thal Atrio del Cavallo abgeſondert ſind. Der jetzige Kegel in dieſem Thale iſt erſt ſeit Entſtehung der neuen Oefnung gebildet worden. Man findet noch eine Menge kleiner Kegel an der Seite, und faſt jeder neue Ausbruch verändert die Geſtalt dieſes merkwürdigen Berges.

Die Städte Herculanum und Pompeji waren erſt 16 Jahr vorher durch ein fürchterliches Erdbeben erſchüttert worden, als ſie durch den ſchrecklichen Ausbruch des Veſuvs am 24 Aug. 79 von einer unglaublichen Menge ſchwarzgrauer Aſche, mit Bimſtein- und Kalkſteinſtücken untermengt, verſchüttet wurden. Dio Caſſius erzählt, es ſey eben zu der Zeit geſchehen, da man im Schauſpiele geweſen, die Aſche habe die Sonne verdunkelt, und ſey bis Rom, ja bis Syrien und Egypten geflogen, womit man auch die Erzählung des jüngern Plinius von dem Tode ſeines Mutterbruders bey Stabiä (Epiſt. VI. 16. 20.) vergleichen kan.

Nachherige Ausbrüche haben über dieſe erſte Füllung noch mehrere Lagen gedeckt, zwiſchen welchen ſich immer etwas Dammerde befindet, ein Zeichen, daß jede dieſer Lagen eine Zeit lang frey auf der Oberfläche geblieben und zur Cultur fähig geworden ſey. So ward Herculanum nach und nach über dem Theater auf 74, und näher nach dem Meere zu auf 110 Fuß hoch bedeckt, und in ſpätern Zeiten Portici und Reſina über dieſe Stelle gebaut. Im Jahre 1706 fand man zufällig beym Graben einige Statüen, die eine verſchüttete Stadt vermuthen lieſſen, die Regierung verbot aber das weitere Nachſuchen. Erſt 1738, da König Carl das Eigenthum dieſes Platzes kaufte, fand man die ganze Stadt wieder, ward gewiß, daß ſie das alte Herculanum ſey, füllte aber die Plätze, ſo bald die beweglichen Merkwürdigkeiten hinweggeräumt waren, zur Sicherheit der darüberſtehenden Gebäude wieder aus, und ließ blos die Schaubühne offen, zu deren Parterre man jetzt von der Erde 80 Stufen hinabſteigt.

Die Maſſe, welche Herculanum überdeckt hat, ſcheint doch nicht blos ein trokner Aſchenregen, ſondern zugleich eine flüßige oder breyartige heiſſe Subſtanz geweſen zu ſeyn. Denn ſie hat die Zimmer ausgefüllt, Statüen u. dergl. in ſich abgeformt — und durch ihre Hitze ſelbſt inwendig in den Häuſern alles Holz von auſſen verkohlt. Sie hat ſich zu einer ſogenannten Tufa verhärtet, ſ. **Vulkaniſche Producte**, welche ſich leicht zerſchlagen läſt, und bey weitem nicht ſo hart iſt, als die neuern Laven werden.

Pompeji hingegen iſt blos mit trokner Aſche, Bimſtein und kleinen granatähnlichen Kryſtallen bedeckt, welches zuſammen zu einer ähnlichen Tufa von 16 — 18 Fuß Höhe verhärtet iſt. Hier iſt nichts ins Innere der Häuſer gedrungen, oder verbrannt, auch überhaupt alles beſſer erhalten, und was man ſeit 1755 entblößt hat, alles offen gelaſſen worden, ſo daß die Gebäude, Tempel, Schaubühnen ꝛc. am hellen Tage beſehen werden können. Schon die alte Stadt iſt auf einer lockern ſehr tiefen Lava von drey übereinander liegenden Schichten erbaut, und ihre Straßen ſind mit Lava gepflaſtert. Auch Stabiä iſt nur mit Aſche

bedeckt. Hier hat man die gefundenen Alterthümer in das königliche Muſeum zu Portici gebracht, und die Stellen wieder zugeworfen.

Seit dieſem großen Ausbruche des Veſuv giebt die Geſchichte von weit mehrern Nachricht, deren ſich allein in dieſem Jahrhunderte auf zwölf bis dreyzehn zählen laſſen. Paragallo (Iſtoria naturale del monte Veſuvio. Neap. 1705. 4.), du Perron de Caſtera (Hiſtoire du mont Veſuve trad. de l'Ital. à Paris, 1741. 12.) und der P. della Torre (Storia e fenomeni del Veſuvio. Nap. 1755. 4. Hiſtoire et phénomenes de Veſuve, expoſées par le *P. de la Torre*. à Naples. 1776. 8. überſ. v. Lentin. Altenb. 1783. 8.) haben die Nachrichten hievon geſammlet, (ſ. auch Geſchichte des Veſuvs in den Vermiſchten Beyträgen zur phyſikal. Erdbeſchreibung, Brandenburg, 1774. 8. B. I. St. 1. S. 92 u. f. ingl. Wunder der feuerſpeyenden Berge, in Briefen von F. Knoll. Erfurt, 1784. 8.).

Um hier nur einen ſchwachen Begrif von dieſen Erſcheinungen zu geben, rücke ich aus des Duchanoy Beſchreibung des fürchterlichen Ausbruchs vom Jahre 1779 (*Rozier* Journal de phyſ. Juill. 1780. überſ. in den leipziger Sammlungen zur Phyſ. und Naturg. II. B. 5 St. S. 541 u. f.) folgenden kurzen Auszug ein.

Der Crater des Veſuvs war 1779 cirkelrund, und mochte etwa 90 Schritt im Durchmeſſer haben. Mitten aus ihm erhob ſich ein kleiner Berg (montagnola), der etwa 100 Schritt hoch war, und 40 im Durchmeſſer hatte. Aus dieſer Montagnola, die gleichſam den Schorſtein des Vulkans ausmachte, ſtieg ſchon im May 1779 alle halbe Viertelſtunden eine 10 — 12 Schuh ſtarke Feuerſäule auf, die ſich faſt 250 Schritt hoch über den Berg erhob, und einen Regen von verbrannten Erden, halbcalcinirtem Sande, Harz und Aſche verbreitete, welches Gemiſch man in Neapel Rapillo (lapillos) nennt. Vor und nachher hörte man ein ſtarkes Brauſen, und der Knall der Exploſion ſelbſt glich einem Kanonenſchuße. So oft die Materie im Innern des Berges aufſtieg, um eine Exploſion zu verurſachen, erhob ſich am Fuße des Kegels ein Hügel von Er-

de, der 6 — 12 Schuh in die Höhe ſtieg, und dadurch die eine Seite des Kegels gegen ſich zog. Dieſer Hügel blieb im Augenblicke der Exploſion ſtehen, und da dieſe in zween bis dreyen kurz auf einander folgenden Stößen beſtand, ſo ſahe man in den kurzen Pauſen zwiſchen denſelben den Hügel ſinken, und wieder ſteigen, bis er ſich nach geendigter Exploſion wieder in die Ebne des Craters niederſenkte. Dieſe Erſcheinung hatte völlig das Anſehen einer Blaſe, die ſich vom Athem erweitert und verengert, und kam von einer neuen Lava her, welche unter der ſchon hart gewordenen Kruſte einer kurz vorher ausgebrochnen Lava, die den Crater damals bedeckte, einen Ausgang ſuchte, auch nachher ſich denſelben an der Seite, etwa 5 — 600 Schuhe weit vom Crater, wirklich eröfnete. Wenn der Hügel wieder einſank, ſo hörte man dieſe Lava ſehr deutlich abflieſſen, und durch Spalten in das Innere des Berges zurückgehen.

Im Auguſt 1779 wurden die Exploſionen immer ſtärker und häufiger. Am 8 Auguſt Abends bildete der aufſteigende Rauch eine ungeheure Maſſe, wie eine ſtillſtehende Wolke, worinn man eine Feuerſäule bemerkte, vermengt mit einer Menge großer Steine, welche nach ihrem Falle vom Berge herabrollten. Mit Einbruch der Nacht ſpritzte ſchon alle halbe Minuten ein neuer Strom brennender Materie hervor, der endlich ſo ſtark ward, daß er eine gerade Richtung nahm, und dem Winde gar nicht mehr nachgab. Gegen 8¼ Uhr folgten die Exploſionen faſt ununterbrochen auf einander; die Feuerſtröme, die nun den ganzen Crater zur Grundfläche hatten, ſtiegen in pyramidaliſcher Form auf eine unglaubliche Höhe, ſchütteten eine Menge brennender Materien herab, und verbreiteten einen Rauch, der das Licht des Feuers zurückwarf, und den Glanz des ganzen Schauſpiels erhöhete.

Endlich hörte man um 9½ Uhr eine ſchreckliche Exploſion, ſtärker als den Knall des gröbſten Geſchützes; und mit ihr ſtieg ein dicker ſchwarzer Rauch in die Luft, der einen Theil des Craters mit ſich führte. In wenig Augenblicken zeigte ſich durch dieſen Rauch die Feuerſäule wieder,

welche ſich nun auf eine Höhe erhob, die man dreymal gröſſer, als die Höhe des ganzen Berges, d. i. auf 6000 Schuh, ſchätzen konnte. Die Maſſe des Rauchs nahm ihre Hauptrichtung auf den Somma und Ottajano zu, ſtieg aber ſo hoch, daß man zu Neapel und überall in der Nähe glaubte, ſie erreiche den Scheitel und werde alles unter Steine und Aſche begraben. Sie zeigte nach allen Richtungen wirbelnde Bewegungen, und theilte ſich in Gruppen, die von dem Feuer und den überall hervorſchießenden Blitzen auf tauſend verſchiedene Arten erleuchtet wurden.

Die Feuerſäule war ſo ſtark, als ob die Erde einen Theil ihrer brennenden Eingeweide auswürfe. Der Regen von brennenden Materien verſtärkte noch ihre ſcheinbare Gröſſe und das Meer, das ihren Glanz zurückwarf, glich dem eröffneten Schlunde der Hölle. Bey dieſem Lichte konnte man in Neapel die kleinſte Schrift leſen. Die unten ſenkrechte Säule bog ſich am obern Ende; ein Theil von ihr ward vom Winde in die Ferne geführt, ein anderer fiel auf den Veſuv und das Atrio del Cavallo zurück, welche davon wie in einen feurigen Schleyer verhüllt wurden. In wenig Augenblicken verwandelte ſich der Berg in eine feurige Halbkugel, und verſchwand endlich ganz in einem glühenden roſenfarbnen Dampfe, der ſich mit keinen Worten beſchreiben läſt. Wenn man ſich eine feine durchſichtige roſenfarbne Atmoſphäre, und in ihrer Mitte einen Berg von lebhaft rothem, heftig bewegten, Feuer vorſtellt, ſo hat man nur eine ſchwache Anlage zu der Idee dieſes Schauſpiels, deſſen Gröſſe keine Schilderung eines Malers hat erreichen können. Alles ſchien ſo in einander gefloßen, daß man glauben muſte, der Berg ſey verſchlungen, oder in die Luft geworfen worden.

Die Feuerſäule und Rauchmaſſe wurden auf allen Seiten von Blitzen durchſchnitten, die theils aus der Erde, theils aus der Luft, zu kommen ſchienen. Das Ganze ſtellte eine brennende Wolke vor, aus der ein unaufhörlicher Feuerregen überall Tod und Verwüſtung drohte. Hin und wieder fielen Steine von ungeheurer Gröſſe, deren Fall 25 Secunden lang dauerte, ob ſie gleich bey weitem nicht ſo

hoch, als die kleinern, ſtiegen. Mit ſolchen Steinen ſchien das Thal des Somma ganz verſchüttet. Die Geſträuche und Caſtanienwälder des Ottajano entzündeten ſich augenblicklich durch die glühenden Steine und Blitze. Nach der erſten Betäubung empfand man nichts als die Gefahr, mit welcher dieſes ſchreckliche Phänomen drohete, und nun überließ ſich das Volk, beſonders in Neapel, den gewöhnlichen Unordnungen. Die Stadt Ottajano ward am meiſten vom Feuerregen beſchädiget.

Dennoch hörte dieſer ſchreckliche Ausbruch, nachdem er etwa 37 Min. gedauert hatte, binnen 2 Min. gänzlich auf. Man ſahe den Berg faſt in ſeiner vorigen Geſtalt wieder, aber ganz mit glühenden Steinen bedeckt, die noch einen guten Theil der Nacht hindurch leuchteten. Da aber kein eigentlicher Strom von Lava ausgebrochen war, ſo legte ſich auch das Toben des Berges noch nicht, und es gab in den folgenden Tagen noch Explosionen, die der beſchriebnen nicht viel nachgaben.

So weit dieſe Beſchreibung. Aehnliche Schilderungen mit Abbildungen begleitet enthält das prächtige Werk des Ritter **Hamilton** (Campi Phlegraei or obſerv. on the vulcanos of the two Sicilies. Napoli. 1776. II. Vol. fol.). Sonſt hat man noch Beſchreibungen einzelner Ausbrüche (Phil. Trans. 1730. N. 424. v. 1733 u. 1737. N. 455, v. 1751 eb. Vol. XLVII. ferner Vol. XLIX u. LII.) ingleichen von **Mercati** (Raconto iſtorico-filoſofico del Veſuvio. Nap. 1753. 4.), und von dem großen Ausbruche 1767 von **Catani** (Lettera critica filoſofica ſu della veſuviana eruzzione accaduta nell' anno 1767. Catania, 1768. 4.) und **Gaetano de Bottis** (Ragionamento iſtorico del incendio del Veſuvio. Nap. 1768. 4. ingl. 1779. 4.)

Die **Laven**, mit deren Ausbruche gewöhnlich das Toben der Vulkane nachläßt, fließen entweder wie ein Schaum aus dem Crater ſelbſt hervor, oder ſie brechen an den Seiten oder Fuße des Berges, ſchon mehr geronnen, mit einem heftigen Knalle, aus. Sie bilden einen Strom dickflüßiger geſchmolzener Materie, deſſen Geſchwindigkeit im Anfange am gröſten iſt, ſelten aber über 3000 Fuß in einer

Stunde beträgt. Doch ſetzt Hamilton die Geſchwindigkeit der Lava vom 28 März 1767 dreymal größer. An der Luft wird die Oberfläche bald hart, und trennt ſich in Stücken, die auf die Seite fallen, und eine Art von Canal bilden, in welchem der noch flüßige Theil fortgeht. Dieſer Canal wird weiter hin immer breiter, bis endlich die Oberfläche ganz erhärtet, da die Lava nur noch auf dem Grunde fließt, die obenſchwimmenden feſten Stücken mit ſich fortführt, und das Ganze einem fortrollenden Steinhaufen ähnlich macht. Eine ſehr deutliche Beſchreibung hievon giebt Herr de Lüc aus den Nachrichten ſeines Bruders (Briefe über die Geſchichte der Erde. Th. I. L Brief.). Die Lava von 1757 war oben beym Ausbruche, auf einem Abhange von 30°, 2 Toiſen breit, und die glühenden Stücken auf der Oberfläche giengen 40 — 50 Schuh weit in einer Minute. Weiter herab ward der Lauf ſo langſam, daß ſie kaum einen Schuh weit in 1 Minute fortgiengen. Endlich beſtand der ganze Fortgang darinn, daß die inwendig angehäufte flüßige Materie die äußern harten Theile durchbrach, und mit Geräuſch herausſtürzte.

Die Ströme der Laven ſehen im Dunkeln glühend aus, am Tage aber zeigt ſich nur ein weiſſer Rauch. Hinderniſſe, welche dieſe Ströme antreffen, z. B. Bäume, Gebäude ꝛc. halten ſie durch Widerſtand und Kühlung auf; ſie müſſen ſich dann anhäufen, um durchzubrechen. Auf dieſe Art bilden ſich Brücken, Arkaden, Spalten, Hügel, ein wahres Bild des Chaos, welches noch unordentlicher wird, wenn die Laven ins Waſſer treten, wo ſie ſich bald verhärten, und der folgende Theil über den vorangehenden ſtürzt. Die Hitze iſt am Orte des Ausbruchs ſo ſtark, daß man zuweilen nach einem Jahre die Hand noch nicht auflegen kan. Die Oberfläche glüht mehrere Tage, und das Innere oft Monate lang, oder bleibt doch ſo heiß, daß ein Stock, mit dem man die äuſſere Rinde durchſticht, brennend herausgezogen wird.

Die ganze Gegend um Neapel, welche Ferber (Briefe aus Wälſchland an Herrn v. Born. Prag, 1773. 8. S. 136 u. f.) und Hamilton (in den Campis Phlegraeis in-

gleichen in Philoſ. Trans. Vol. LXI. P. I. n. 1. Sir **William Hamilton** Beobacht. über den Veſuv, Aetna u. ſ. w. aus d. engl. Berlin, 1773. 8.) beſchreiben, iſt vulkaniſch, und enthält unter dem 4 — 5 Fuß tiefen Erdreiche lauter Producte des Feuers, dahingegen die Berge hinter Caſerta kalkartig ſind. Auf der andern Seite von Neapel liegt die bekannte **Solfatara** (Forum Vulcani oder Colles Leucogaei der Alten), ein Feld auf einer Anhöhe von 1400 Schuh Länge und 900 Schuh Breite, deſſen Grund hohl und mit lockerer weiſſer Erde bedeckt iſt, aus der an vielen Stellen ein ſchweflichter Dampf aufſteigt, welcher blaue Pflanzenfarben in rothe verwandlet. Schon bey den Alten (ſ. *Plin.* H. N. XXXV. 15.) hat man aus Boden und Wänden dieſes Feldes Schwefel bereitet. Nach **Ferbers** Nachricht erhält man jetzt Alaun, indem man kleine Thonhaufen an die Stellen führt, wo die häufigſten Dünſte der Schwefelſäure hervordringen. Am Fuße der Anhöhe gegen N. O. laufen bey Piſciarelli zwo heiſſe Quellen (fontes Leucogaei, *Plin.* H. N. XXXI. 2.) mit hepatiſchem nach Alaun ſchmeckenden Waſſer aus (ſ. Obſerv. ſur le lieu appellé *Solfatare* par M. *Fougeroux de Bondaroy* in Mem. de Paris, 1765. überſ. in den Mineralog. Beluſt. Th. V. Leipz. 1770. gr. 8. S. 330 u. f.). Der See Agnano iſt allem Anſehen nach ein alter Crater, ſo wie auch der nebenſtehende Berg Aſtruni ein vielleicht noch ſpäter entſtandener Vulkan geweſen zu ſeyn ſcheint. Der **Monte-nuovo** ward erſt im Jahre 1538 am 29 Sept. aufgeworfen. Das Meer zog ſich zurück, und es brachen aus einer Oefnung Flammen hervor, welche Rauch und Aſche auswarfen. In 48 Stunden ward eine Erhöhung von 2000 Fuß und einer halben Meile im Umkreiſe zuſammengehäuft, welche die Mündung verſtopfte. Der dabey liegende **Monte Barbaro** oder **Gauro** iſt deutlich ein alter Vulkan. Auch giebt es in dieſer Gegend mehrere Moffeten, wovon die **Grotta del Cane** am See Agnano ein merkwürdiges Beyſpiel iſt. Die fixe Luft auf dem Boden dieſer Höle löſcht Lichter aus, und tödtet Thiere. Eine ähnliche Moffete zeigte ſich vor dem Ausbruche des Veſuvs 1767 in der kö

niglichen Capelle zu Portici, und tödtete einen Bedienten, der die Thür öfnete; auch bemerkte Hamilton um eben die Zeit eine gleiche in einem Thiergarten daſelbſt.

Der Aetna oder Monte Gibello in Sicilien hat von uralten Zeiten gebrannt, wovon Kircher (Mund. ſubterran. To. I.) die Zeugniße der Alten zuſammenſtellt. Virgil (Georg I. 472.) erwähnt unter andern bey ihm die Laven oder fließenden Schlacken, von denen ſonſt die Alten wenig melden,

Vidimus undantem ruptis fornacibus Aetnam
Flammarumque globos *liquefactaque* volvere *ſaxa.*

Von 1447 bis 1536 war dieſer Berg ſo ruhig, daß man ſchon die ältern Berichte in Zweifel zu ziehen anfieng. Aber in dieſem und den folgenden Jahren floſſen ſtarke Laven, bis endlich 1669 und 1693 die ſchrecklichſten Ausbrüche erfolgten (Philoſ. Trans. Num. 48. 51. 202. 207.), welche vornehmlich durch die dabey entſtandenen Erdbeben verderblich wurden. Dieſe Erdbeben verſchlangen 1693 in drey Tagen 16 Städte und mehrere Landgüter, und koſteten mehr als 90000 Menſchen das Leben. Die letzten ſtärkern Ausbrüche ſind in den Jahren 1755, 1766 und 1769 erfolgt. Von dem neuſten im J. 1787 handlet ein Aufſatz von Mirone (aus den Novelle litterar. de Firenze im Gothaiſchen Magazin für das Neuſte a. d. Phyſ. V. B. 4 St. S. 9 u. f.) und überdies eine eigne Schrift von Dolomieu (Mém. ſur les isles ponces, et catalogue raiſonné des produits de l' Etna, ſuivis de la deſcript. de l' eruption de l' Etna en 1787. Paris, 1788. 8.). Die Laven des Aetna ſind weit ſtärker, als die vom Veſuv; ihre Ströme erreichen oft eine Länge von mehrern Meilen, und haben bis 50 Fuß Tiefe. Sie fließen gewöhnlich ins Meer, und bilden ſteile Küſten mit Gruppen von ſehr unregelmäßigen Geſtalten.

Den Aetna beſchreiben auſſer Hamilton (Philoſ. Trans. Vol. LXI. P. I.) die Verfaſſer der neuern Reiſebeſchreibungen durch Sicilien, wovon ich nur Brydone (A tour through Sicily and Maltha. London. 1773. 8. P. Brydone's Reiſe durch Sicilien und Maltha, a. d. engl. Leip-

zig, 1774. II. Th. 8.) nennen will, obgleich ſeine Nachrichten in der Folge noch viele Berichtigungen erfordert haben. Dieſer Berg iſt von hohem Alter und ſo beträchtlicher Höhe, daß der Schnee auf ſeinem Gipfel nicht ſchmelzt. Der große Crater deſſelben hat gegen eine halbe Meile im Umkreiſe. Man ſieht aber an den Seiten und am Fuße des Berges mehr als 40 kleinere Kegel mit ausgehöhlten Gipfeln, welche aus eben ſo vielen durch die Hauptmaſſe des großen Berges ausgebrochnen Feuerſchlünden entſtanden ſind. De Lüc vergleicht den Aetna mit einem Polypen, der viele kleinere aus ſich hervortreibt. Aus dieſen Oefnungen ſind die Laven ausgefloßen, welche die ganze umliegende Gegend bedecken, und ſich durch ihre ausnehmende Fruchtbarkeit auszeichnen. Auch hier findet man, nach den von Brydone mitgetheilten Beobachtungen des Canonikus Recupero, mehrere Lagen von Lava übereinander abwechſelnd mit Schichten von Dammerde. Brydone ſcheint nicht abgeneigt, hieraus ein Alter der Erde von mehr als 14000 Jahren zu folgern, weil jede Lava, um zu fruchtbarer Erde zu verwittern, über 2000 Jahre Zeit brauche. Da ſich aber dieſes letztere blos auf die Vorausſetzung gründet, daß eine gewiſſe jetzt noch nicht fruchtbare Lava eben diejenige ſey, welche nach Diodors Bericht zur Zeit des zweyten puniſchen Krieges ausfloß, ſo iſt der ganze Schluß ſehr ſchwankend, und ihm widerſpricht die Bemerkung Hamilton's, daß über Herculanum ſeit 1700 Jahren ſechs verſchiedene Laven gefloßen ſind, zwiſchen deren Schichten ſich in dieſer Zeit ſechsmal Dammerde gebildet hat.

Die lipariſchen Inſeln, nordwärts von Sicilien, machen eine ganze Sammlung theils alter, theils noch brennender, Vulkane, aus, worunter Volcano und Stromboli die vornehmſten ſind. Beſchreibungen derſelben geben de Lüc (Briefe über die Geſchichte der Erde I. Th. XLIX. Brief), und Dolomieu (Reiſe nach den lipariſchen Inſeln, aus dem franzöſ. von Lichtenberg. Leipzig, 1783. 8.).

Der Hekla auf Island hat in ältern Zeiten bis 1693 häufig Feuer ausgeworfen. Seit dieſer Zeit blieb er ſtill,

fieng aber am 5 April 1766 unter heftigem Erdbeben wieder zu toben an. Auch hat Island noch mehr Vulkane (ſ. **Olafſens** und **Povelſens** Reiſe durch Island. Kopenh. u. Leipz. 1774. gr. 4). Im Junius des Jahres 1783 brachen auf dieſer Inſel Feuerſäulen aus der Erde, die zu einer unglaublichen Höhe ſtiegen, und Sand, Staub, Aſche ꝛc. weit um ſich her warfen. Dieſer ſchreckliche **Erdbrand** tobte zween Monate lang, eröfnete große Spalten und Klüfte, leitete dadurch einige große Flüße ab, verheerte einen großen Theil der Inſel, und erfüllte alles mit einem erſtickenden Schwefeldampfe. Weit und breit rauchte das Erdreich (ſ. Nachricht von dem großen isländiſchen Erdbrande, in dem Gothaiſchen Magazin für das Neuſte aus der Phyſ. V Band 3 Stück, S. 128 u. f.).

In den übrigen Welttheilen ſind die Vulkane noch häufiger, als in Europa. Die peruaniſchen beſchreibt **Bouguer**. **Cotopaxi** iſt darunter der beträchtlichſte. Er hat an ſeinem Fuße über 20 verſchiedene Lagen verbrannter Materien. Auch **Pichincha** und **Chimboraço** ſind Vulkane. Doch ſtrömen aus dieſen Bergen keine Laven, und der gröſte Schade geſchieht durch das plötzliche Schmelzen des Schnees, welches im Jahre 1742 eine Fluth von 130 Fuß Höhe veranlaßte, die ſich vom Cotopaxi herab binnen drey Stunden ins Meer ſtürzte, und Häuſer, Menſchen und Vieh mit ſich führte. Die meiſten Inſeln, welche die ſogenannten Archipelagos ausmachen, ſcheinen aus Vulkanen entſtanden zu ſeyn; vorzüglich diejenigen, welche zwiſchen Kamtſchatka und Japan liegen. Ueberhaupt findet ſich im indiſchen und ſtillen Meere eine große Menge vulkaniſcher Inſeln. Die Vulkane in Aſien und auf den philippiniſchen und moluckiſchen Inſeln zeigt **Lulofs** an (Einleit. zur Kenntniß der Erdkugel, a. d. holl. durch **Käſtner**. Altenb. 1755. 4. §. 233).

Spuren ehemaliger nunmehr erloſchener Vulkane finden ſich auch auf dem feſten Lande häufiger, als man ehedem glaubte. Man erkennt ſie an der kegelförmigen oder zuckerhutähnlichen Geſtalt der Berge, an den Spuren der verfallenen Crater, die zum Theil mit Waſſer angefüllt

ſind, und Landſeen bilden, und an den vulkaniſchen Producten der umliegenden Gegend. In Frankreich hat man die meiſten Berge der Provinz Auvergne, den Volvic, Puy-de Dome, Mont d'or u. ſ. w. für ausgebrannte Vulkane erkannt. Guettard (Mém. de Paris. 1752), Monnet (Sur les reſtes des montagnes volcaniques en Auvergne in *Rozier* Journal de phyſ. Juillet, 1774) und Faujas de St. Fond (Recherches ſur les Volcans éteints du Vivarais et du Velay. Paris, 1778. fol. Herrn de la Lande Auszug daraus, überſ. in den leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſch. II. B. 1 St. S. 72 u. f.) haben dieſes auſſer Zweifel geſetzt.

In Deutſchland insbeſondere ſind die Berge an der nordweſtlichen Seite von Caſſel, insgemein der Habichswald genannt, an deren Abhange Landgraf Carl die berühmte Caſcade am Weiſſenſtein erbaut hat, ganz ausgezeichnet vulkaniſch. Raſpe (Beytrag zur allerälteſten natürlichen Hiſtorie von Heſſen, oder Beſchreibung des Habichswaldes und anderer niederheſſiſchen alten Vulkane. Caſſel, 1774. gr. 8.) hat hierauf zuerſt aufmerkſam gemacht. Bald nachher bemerkte Collini (Journal d'un voyage mineralogique etc. Manh. 1776. 8. überſ. Collini Tagebuch einer Reiſe, a. d. franz. von Schröter. Manheim, 1777. 8.) Spuren alter Vulkane an den Ufern des Rheins zwiſchen Bingen und Bonn. Dieſe Gegenden ſind nachher mit ihren Producten noch umſtändlicher von Hamilton (Philoſ. Trans. Vol. LXVIII. P. I. n. 1. überſ. in den leipz. Sammlungen zur Phyſ. u. Naturgeſch. II. B. 4 St. S. 453 u. f.) und de Lüc (Briefe über die Geſch. der Erde, I. Theil, 82 Brief, II. Theil 92. 93.) bekannt gemacht worden. Der letztere, der ſehr aufmerkſam auf dieſen Gegenſtand war, entdeckte auf ſeinen Reiſen durch Deutſchland noch mehrere vulkaniſche Gegenden, z. B. ganze vulkaniſche Kränze, oder Grundflächen eingeſtürzter großer Kegel am Locher See bey Andernach (93–96 Brief), Vulkane durch Schieferberge ausgebrochen am weſtlichen Ufer des Rheins zwiſchen Andernach und Oberwinter (100 Brief), um Caſſel und bey Dransfeld ohnweit Göttingen (107–110 Brief).

Hiedurch ward die allgemeine Aufmerkſamkeit rege, und man fand nun Spuren von Vulkanen an Orten, wo man ſonſt dergleichen kaum vermuthet hätte. Wenn auch hiebey mancher der Einbildungskraft zu viel verſtattet, und überall erloſchene Vulkane geſehen hat, wo nur kegelförmige Berge, Baſalte und andere zu den vulkaniſchen Producten gezählte Materien vorkamen (von welchem Vorwurfe Herr de Lüc ſelbſt nicht ganz frey blieb); ſo iſt doch ſoviel durch unläugbar richtige Beobachtungen erwieſen, daß die Vulkane in den älteſten Zeiten ſehr häufig geweſen ſind, und an der Bildung und jetzigen Geſtalt der Erdfläche einen überaus großen Antheil genommen haben.

Um die Urſache einer ſo wichtigen und furchtbaren Naturbegebenheit zu erklären, nahmen die ältern Phyſiker ein immerwährendes mitten im Kerne der Erdkugel brennendes Feuer an, ſ. **Centralfeuer.** Man ſahe ſich aber in neuern Zeiten bald genöthiget, dieſen groben Begrif zu verwerfen, das **unterirdiſche Feuer**, welches die offenbare nächſte Urſache der vulkaniſchen Ausbrüche iſt, näher an die Oberfläche zu verſetzen, und von ſeiner Entſtehung und Erhaltung weitere Urſachen aufzuſuchen. Hiebey war es nun natürlich, auf Erklärungen aus irgend einer Selbſtentzündung zu verfallen. Man kannte aber damals noch wenig Erſcheinungen dieſer Art.

D. Martin Liſter (The cauſe of the Earth-quakes and Volcano's in Philoſ. Trans. Num. 157. p. 512), der ſonſt durch viele ſeltſame Erklärungen bekannt iſt, fiel zuerſt darauf, Vulkane, Erdbeben und Gewitter aus entzündeten Dämpfen der **Schwefelkieſe** herzuleiten, von welchen Dämpfen er behauptet, daß ſie aus einem wahren Schwefel beſtünden, und die Fähigkeit hätten, ſich durch Reiben oder Vermiſchung mit andern Subſtanzen von ſelbſt zu entzünden. Doch hielt er die freywillige Entzündung nicht einmal für nöthig zur Erklärung der Vulkane, weil er glaubte, daß dieſe noch von der Schöpfung her unaufhörlich fortbrennten.

Der ältere **Lemery** (Explication phyſ. et chymique des feux ſouterrains, des tremblemens de terre &c. in

Mém. de l' acad. de Paris, 1700) gab dieſem Gedanken ein unerwartetes Licht, indem er folgenden in der Phyſik ſehr berühmt gewordenen Verſuch bekannt machte. Er miſchte gepülverten Schwefel mit Eiſenfeile zu gleichen Theilen, und knetete die Maſſe mit eben ſo viel Waſſer zu einem Teige. Es ſtieg ſogleich ein hepatiſcher Geruch auf, und wenn man warmes Waſſer genommen hatte, ſo erhitzte ſich das Gemiſch augenblicklich (mit kaltem erſt nach 4 Stunden), ward ſchwarz, ſchwoll auf, erhärtete an der Oberfläche, ſprang endlich auf, und verbreitete durch die Riſſe brennende Dämpfe, die ſogleich bey Berührung der Luft in Flammen ausbrachen. Dieſer Brand dauerte 10 Stunden, und das Feuer ließ ſich durch Anblaſen wieder erneuern. Fünf und zwanzig Pfund von jeder Materie zur Sommerszeit in einem mit Leinwand bedeckten Topfe in die Erde vergraben, und einen Fuß hoch mit Erde bedeckt, hoben nach 3 — 4 Tagen die darüber liegende Erde, gaben heiſſe Schwefeldämpfe, und endlich eine Flamme, welche ſchwarz und gelbes Pulver umher warf. Dieſer Verſuch ſtellte gleichſam einen Vulkan im Kleinen dar. Er iſt nachher mehreremale, unter andern noch von Baumé, mit gleichem Erfolge wiederholt worden.

Nun iſt in den Schwefelkieſen, die ſich in großer Menge unter der Erde befinden, Schwefel und Eiſen chymiſch vereiniget. Beym Zugange der Luft und Feuchtigkeit erleiden dieſe Kieſe eine Zerſetzung, welche man ihr **Verwittern** (fermentatio foſsilis) nennt. Sie verlieren ihren metalliſchen Glanz und zerfallen in ein Pulver, welches nun einen herben ſalzigen Geſchmack hat. Sind ſie in beträchtlicher Menge beyſammen, und können Luft und Feuchtigkeit gemeinſchaftlich wirken, ſo entſteht dabey eine beträchtliche Hitze, die unter günſtigen Umſtänden in wirkliche Entzündung ausbricht. Was hiebey vorgeht, läſt ſich anjetzt deutlicher, als zu Lemery's Zeiten, auseinanderſetzen. Die Luft nimmt das Phlogiſton des Schwefels in ſich, deſſen Säure frey wird, und mit dem Eiſen einen Vitriol, mit den erdigten Theilen der Kieſe Mittelſalze bildet; das Waſſer befördert die Auflöſungskraft dieſer Stoffe; Hitze

und Entzündung entſtehen, wie bey jeder Operation, wo locker gebundnes Phlogiſton ſchnell und ſtark entbunden wird, ſ. Selbſtentzündungen.

Es iſt daher ſeit Lemery's Zeiten faſt allgemein angenommen worden, daß das unterirdiſche Feuer durch das Verwittern der Kieſe bey hinlänglichem Zutritte der Luft und des Waſſers entſtehe. Man hat auch um ſo viel ſicherere Anleitung, dieſes zu glauben, da alle Vulkane häufige Spuren von Eiſen zeigen, alle Laven mit Antheilen dieſes Metalls verſetzt ſind, die Aſche vom Magnet gezogen wird, und unter den vulkaniſchen Producten Eiſenvitriole und andere Eiſenerze vorkommen; da der Dampf der Vulkane deutliche Spuren der Schwefelſäure an ſich trägt, und in ihrer Nachbarſchaft Selenit, Alaun und andere vitrioliſche Salze erzeugt; da endlich alle noch brennende Vulkane ſich in der Nähe des Meers oder auf Inſeln befinden, und alſo einen hinlänglichen Zugang von Waſſer haben können, die erloſchenen im feſten Lande aber zu der Zeit, da ſie brannten, auf einem Boden ſtanden, den das Meer nicht längſt verlaſſen hatte, oder der dazumal wohl gar noch vom Meere bedeckt ward.

So wahrſcheinlich nun dieſe Erklärung durch viele Umſtände wird, ſo ſchließt ſie doch darum die Möglichkeit nicht aus, ſich noch andere Urſachen der Entzündung, die etwa in der Natur vorkommen können, als mitwirkend zu gedenken, ſo daß ich es eben nicht für nothwendig halte, alle unterirdiſche Brände gerade von verwitterten Kieſen herzuleiten. Insbeſondere wird es nöthig, zur Erhaltung und Fortdauer des unterirdiſchen Feuers mehr brennbare Materien im Schooß der Erde aufzuſuchen, da die Schwefelkieſe allein zu Unterhaltung eines Brandes von Jahrtauſenden kaum hinreichend ſcheinen. Ihre Zerſetzung iſt bald vollendet, und ſcheint die Gluth zwar entzünden, aber nicht anhaltend nähren zu können.

Die beſten Chymiker und Mineralogen halten Steinkohlen und Alaunſchiefer für die ſchicklichſten, ja vielleicht einzigen unterirdiſchen Materien, auf welche man hiebey fallen kan. Beyde findet man in anſehnlichen Flötzen

und Lagern in der Erde, allezeit mit eingeſprengtem Schwefelkies, und mit dem Vermögen zu brennen; da hingegen andere brennbare Stoffe nicht in erforderlicher Menge vorhanden, wenigſtens bisher noch nicht in ſolcher Menge entdeckt ſind. **Bergmann** ſetzt noch hinzu, der Gehalt der vulkaniſchen Producte beſtehe hauptſächlich aus Thon mit Kieſel- und Kalkerde, welche Stoffe, nebſt Erdharz und Kies auch zugleich die Beſtandtheile der Alaunſchiefer ausmachten. Vom Veſuv insbeſondere ſey es faſt entſchieden, daß der Brand ſeinen Sitz in einem Schieferflötze habe, über welches ein Bette von Kalkſtein (vermuthlich zu einem Zweige der Apenninen gehörig) hinwegſtriche. Denn die Auswürfe, die das Feuer wenig oder gar nicht verändert habe, ſeyen allemal Kalkſtein, darinn oft noch klarer Kalkſpath ſitze, der nicht einmal von der Hitze dunkel geworden, indem das Feuer ſeine volle Stärke nicht eher erhalte, als bis die darüber liegende Decke weggeräumt und abgeworfen ſey. Von Schiefern hingegeu werde nichts unzerſetztes und unverändertes ausgeworfen. Die Entſtehung des Salmiaks, der bey den Vulkanen ſublimirt angetroffen wird, erklärt **Bergmann** durch das in den Thonſchiefern (worinn oft viel Seethiere begraben ſind) enthaltene flüchtige Laugenſalz, verbunden mit der Salzſäure, die ſich aus dem im Meerwaſſer befindlichen Bitterſalze durch die Hitze entwickle; das Kochſalz des Meerwaſſers helfe die Schmelzung befördern, das Waſſer ſelbſt werde zum Theil ausgeworfen, zum Theil in Dämpfe verwandlet, deren Elaſticität, verbunden mit der Menge der entwickelten brennbaren Luft, die ſchreckliche Gewalt der Exploſionen und die Größe der entſtehenden Flamme erkläre.

Daß auf eine ähnliche Art entbrannte Steinkohlenflötze zu vulkaniſchen Ausbrüchen Anlaß geben, und dieſelben lange Zeit unterhalten können, iſt ſehr wahrſcheinlich, und unter andern von Herrn Inſpector **Werner** in Freyberg in einem eignen Aufſatze deutlich dargethan worden.

Dieſe Urſachen ſind auch vollkommen hinreichend, alle Phänomene der Vulkane und der mit ihnen offenbar verwandten Erdbeben, ſo ſchrecklich und gewaltſam ſie auch

mmer ſeyn mögen, zu erklären. Denkt man ſich eine große in den innern Hölungen und Gängen der Erde entzündete oder geſchmolzene Maſſe, zu welcher durch ofne Canäle Luft und Waſſer Zutritt haben, ſo iſt keine Wirkung ſo groß, daß man ſie nicht von einem ſo heftigen, und doch gewiſſermaßen eingeſchloßnen Brande mit Grunde herleiten könnte. Die Chymie giebt uns tauſend Beyſpiele von Erzeugungen elaſtiſcher Dämpfe und plötzlichen Entwickelungen von Luftarten, die faſt allemal die Wirkung des Feuers begleiten. Das Waſſer wird bey Berührung glühender oder ſchmelzender Maſſen gewaltſam umher geworfen und verdampft, und die Glühhitze dehnt nicht nur die atmoſphäriſche Luft beträchtlich aus, ſondern entbindet auch faſt aus allen mineraliſchen Körpern und ihren Vermiſchungen eine Menge höchſt elaſtiſcher Gasarten, deren Daſeyn bey den Vulkanen durch die in ihrer Nachbarſchaft vorhandnen Moſfeten, durch den Geruch und die heftige Flamme ihrer Ausbrüche unläugbar bewieſen wird. Wie groß die Gewalt ſolcher Dämpfe und elaſtiſchen Materien bey der geringſten Sperrung des freyen Ausgangs, zumal bey plötzlicher Entſtehung und beym Mitwirken der Hitze ſey, beweiſen die Erſcheinungen des Schießpulvers, Knallpulvers, papiniſchen Digeſtors u. ſ. w. zur Gnüge. Dieſe Macht der Elaſticität löſet alle Bande der Schwere und Cohäſion, und kan ohne Widerſpruch ſtark genug gedacht werden, um einen anſehnlichen Theil der Erdfläche, gleich einer Mine, zu erſchüttern und zu zerſprengen.

Wie man nun die Erdbeben ſehr wahrſcheinlich aus dem in Gängen und Höhlen geſperrten unterirrdiſchen Feuer herleitet, ſo ſcheinen die Vulkane gleichſam die Schorſteine zu ſeyn, durch welche die Flammen dieſes Feuers hervorbrechen und die Dämpfe nebſt allen im Wege ſtehenden Materien auswerfen. Die Erdbeben, welche die Gegenden um den Veſuv und Aetna erſchütterten, hörten gewöhnlich auf, ſobald ein hinlänglicher Ausbruch der Berge oder Ausfluß der Lava erfolgte, und nie fürchtet man mehr von ihnen, als wenn die Vulkane dabey ganz ſtill ſind. Die elaſtiſchen Materien, welche vielleicht an mehrern zer-

ſtreuten Orten der Gegend erzeugt ſind, drängen ſich von allen Seiten herbey zu dem Feuerheerde des Vulkans, um durch deſſen Mündung auszugehen. Daraus erklärt ſich das Geheul oder Getöſe, welches vor jedem Ausbruche, ja vor jedem Stoße des Vulkans vorhergeht, und oft einem gewiſſen Takte folgt, indem ſich Dämpfe und Luftarten an verſtopften Orten eine Zeit lang anſammlen, bis ihr Druck ſtark genug wird, um ſich durchzubrechen, und ſie mit dem Sauſen oder Pfeifen eines Windes durch die engen Oefnungen zu führen. Dieſes Getöſe, das dem Poltern von Waſſer, Blaſebälgen, Hämmern ꝛc. gleicht, gab den Alten Anlaß, die Werkſtätte des Vulkans in den Aetna zu ſetzen, woraus die Benennung der Vulkane entſtanden iſt.

Die unglaubliche Höhe und Weite, auf welche oft ſchwere Blöcke oder zahlloſe Mengen kleiner Steintrümmern von den Vulkanen erhoben und fortgeſchleudert werden, kan nicht unbegreiflich ſcheinen, wenn man bedenkt, wie hoch und weit die wenige elaſtiſche Materie, die aus einer Hand voll Schießpulver entwickelt wird, ſchwere Geſchützkugeln oder Schrot forttreibt, wenn dieſe ihrem Ausgange durch eine Mündung im Wege ſtehen.

Es iſt merkwürdig, daß die Ausbrüche der Vulkane von elektriſchen Erſcheinungen begleitet werden. Ferber (Briefe aus Wälſchland S. 148.) ward von dem Profeſſor **Vairo** zu Neapel verſichert, daß man an ſenkrecht aufgerichteten eiſernen Stangen während der Ausbrüche des Veſuvs allezeit Merkmale der Elektricität finde. Vornehmlich aber gedenken faſt alle Beſchreibungen vulkaniſcher Eruptionen der häufigen **Blitze**, welche bey heftigen Auswürfen zwiſchen der Erde und den aufſteigenden Feuerſäulen und Rauchwolken entſtehen. Man kan dies nicht für Täuſchung halten, weil ſich dieſe Blitze durch ihre ſchlängelnde Bewegung und Farbe von der wirklichen Flamme des Vulkans deutlich unterſcheiden. Auch iſt es nicht ſchwer, dieſe Erſcheinung zu erklären, da wahrſcheinlich alle Veränderungen der Temperatur, beſonders plötzliche, auf die Luftelektricität wirken, ſ. **Blitz**, (Th. I. S. 374.), **Luftelektricität** (Th. III. S. 34), bey den vulkaniſchen Aus-

brüchen aber eine der ſtärkſten und plötzlichſten Erhitzungen eines großen Theils der Atmoſphäre erfolgt. Ueberdies ſind Rauch und Flamme Leiter der Elektricität, durch deren ſchnelle Erhebung die Erde mit den obern Regionen des Luftkreiſes in Verbindung geſetzt wird, wodurch ein häufiger Uebergang der Elektricität, und zwar nicht ſtillſchweigend, ſondern durch Funken oder Blitze, wegen der Geſtalt der Rauchwolken und wegen der ſie trennenden Luft, entſtehen muß. Hamilton verſichert auch, daß bey heftigen Ausbrüchen viele Feuerkugeln fallen, und alle dieſe Luftfeuer in Neapel Ferilli genannt werden.

Offenbar ſind dieſe elektriſchen Erſcheinungen blos begleitende Umſtände. Nur einige, welche lieber die ganze Natur durch Elektricität erklären möchten, haben aus dieſer Quelle den Urſprung der Vulkane ſelbſt herleiten wollen. Beccaria (Lettere del l' elettr. p. 226.) drückt ſich zwar hierüber ſehr gemäßigt aus, und begnügt ſich, Nachrichten von Blitzen aus Vulkanen beyzubringen: auch Hamilton (Beobacht. über den Veſuv, den Aetna u. a. Vulkane, aus d. engl. Berl. 1773. 8. S. 182 u. f.) ſchränkt ſich auf ſolche Nachrichten ein, ob ihm gleich die Meinung vom elektriſchen Urſprunge der Vulkane insgemein beygelegt wird. Aber die hauptſächlichſten Vertheidiger dieſer Erklärung ſind der Abbé Bertholon de St. Lazare (Journal de phyſique de l'Abbé *Rozier* Août. 1779.) und der neapolitaniſche Leibarzt Giovanni Vivenzio (Iſtoria e teoria de tremuoti. Napoli, 1783. 8maj.), welche Erdbeben und Vulkane lediglich der Elektricität zuſchreiben, und als Gegenmittel wider dieſelben eiſerne an beyden Enden zugeſpitzte und unter der Erde in mehrere Zweige ausgebreitete Stangen, unter dem Namen der *Para-tremblemens-de terre* und *Para-Volcans* aufzurichten, vorſchlagen. Man hat dabey noch angeführt, daß unmittelbar nach den Ausbrüchen die Vegetation äuſſerſt lebhaft wird, (welches allerdings Folge der Elektricität iſt), daß die Vulkane hohe hervorragende Gegenſtände ſind, nahe am Waſſer liegen, viel metalliſches enthalten u. ſ. w. Allein es iſt doch augenſcheinlich bey den Vulkanen ein Vorrath brennender Stoffe vorhanden, der nicht

blos eine vorübergehende augenblickliche Flamme erzeugt, ſondern einen auf beſtimmter Stelle fortdauernden Brand unterhält. Die elektriſchen Phänomene ſind Wirkungen des Ausbruchs, die ſich aus der Erhitzung der Luft und den aufſteigenden Rauchwolken eben ſo gut, wie jedes andere Gewitter, erklären: aber die Urſache des ganzen Ausbruchs ſelbſt liegt doch handgreiflich in dem Brande, den wohl kein unbefangner Erklärer für ein blos elektriſches Phänomen halten wird (ſ. Reimarus vom Blitze, §. 100). Da die Erdbeben mit den Vulkanen augenſcheinlich zuſammenhängen, ſo mag das Elektriſche bey den Erdbeben wohl auch nur begleitend ſeyn, ſ. Erdbeben.

Die Wirkungen und Veränderungen, welche die Vulkane auf der Erdfläche hervorgebracht haben, ſind ohne Zweifel ſehr beträchtlich. Man ſieht leicht, daß die ausfließenden und ringsum ſich übereinander häufenden Laven, die weit umher geworfenen Steine und Blöcke, die Aſchen u. ſ. w. viel Einfluß auf die Beſchaffenheit des Bodens haben müſſen. Dazu kömmt noch, daß ſich an den Orten der Ausbrüche ſelbſt, wie zu Anfang dieſes Artikels angeführt iſt, Kegel mit Cratern bilden, die bisweilen eine ſehr anſehnliche Höhe erreichen, nach der Zeit aber zum Theil wieder zuſammenſtürzen, und nur dunkle Spuren ihres ehemaligen Daſeyns zurücklaſſen. Solche Berge und Spuren finden ſich ſo häufig, daß man genöthigt iſt, eine eigne Claſſe der Berge unter dem Namen der **vulkaniſchen** von den übrigen zu unterſcheiden, ſ. Berge (Th. I. S. 311). Dieſe vulkaniſchen Berge machen ſelten zuſammenhängende Gebirge aus; es iſt ihnen vielmehr eigen, ſich freyſtehend in der bekannten zuckerhutähnlichen Geſtalt, insgemein mit Spuren eines Craters, zu zeigen.

Dieſe Claſſe von Bergen hat kein genau beſtimmtes Alter. Einige ſcheinen zwiſchen der Epoche der Flötz- und aufgeſchwemmten Gebirge (d. i. der zweyten und dritten Ordnung), andere erſt zur Zeit der Entſtehung der letztern gebrannt zu haben. Denn bisweilen haben ſie nur eine dieſer beyden Hauptgebirgsarten, bisweilen beyde, durchbrochen und überſchüttet. Daß ihre Lagerſtätten innerhalb

der urſprünglichen Gebirge vorkämen, davon hat man noch keine ganz zuverläßigen Beobachtungen. Man findet aber vulkaniſche Materien mit Kalkflötzen und calcinirten Conchylien überdeckt, deren Urſprung in die Zeit fallen muß, da unſer Land noch Meergrund war.

Nach dem Syſtem des Herrn de Lüc ſind die alten Vulkane unſerer Länder noch unter dem ehemaligen Meere ausgebrochen, deſſen Waſſer ſich durch den Boden filtrirte, und in den unterirdiſchen Höhlen innere Gährungen erzeugte. Die Laven häuften ſich und bildeten die größern vulkaniſchen Berge; bisweilen brannte das Feuer in abwechſelnden Perioden, und es entſtanden abwechſelnde Lagen von Bodenſätzen des Meers und vulkaniſchen Producten. Die heftigen Erdbeben erſchütterten die alten und hauptſächlich die Schieferberge, und erzeugten die Spalten oder Gänge, die ſich nachher mit fremden Materien anfüllten. Die Ausbrüche warfen Trümmern des urſprünglichen Bodens weit umher, die ſich auf dem Meergrunde rollten, abrundeten und unter die Bodenſätze mengten. Durch eingeſtürzte Höhlen ward die Fläche des alten Meeres immer niedriger, und es bildete zuletzt nur noch ſandige und thonichte Bodenſätze. Zu dieſer Zeit wütheten die Vulkane heftiger, und warfen hie und da ungeheure Granitblöcke umher. Endlich erfolgte die große Revolution, die unſer Land aufs Trokne brachte, ebenfalls durch unterirdiſches Feuer, welches die Höhlen unter dem alten feſten Lande durchbrach und einſtürzte. Nun wirkten die Vulkane in den neuentſtandnen Ländern noch eine Zeit lang in voller Stärke; aber nach und nach verloſchen ſie, weil die Materien vertrokneten, und es an Verbindung mit Waſſer gebrach; ſie erhielten ſich nur noch in der Nähe des Meers: dagegen brachen im neuen Meere neue Vulkane aus, die eine Menge Inſeln bildeten.

Herr de Lüc hat die meiſten dieſer Behauptungen durch mehrere auf ſeinen Reiſen gemachte Beobachtungen beſtärkt. Sollte er auch hiebey manches für vulkaniſch gehalten haben, deſſen Entſtehung ſich beſſer vom Waſſer herleiten ließe; ſollte man überhaupt ſeine Beweiſe nicht alle=

mal überzeugend, und ſeine Einbildungskraft bisweilen zu lebhaft finden; ſo wird man doch einräumen müſſen, daß unter allen Hypotheſen über die Bildung der Erdfläche die ſeinige noch immer die gründlichſte und gemäßigtſte bleibe, und daß er den großen Antheil, der dabey den Vulkanen zugehört, unläugbar erwieſen habe. Alle Umſtände und Beſtimmungen überzeugend anzugeben, iſt in einer Sache dieſer Art, ihrer Natur nach, unmöglich.

Von **Moro's** Syſtem, welches die Entſtehung und Erhebung aller Berge vom unterirdiſchen Feuer herleitet, und von mehreren andern, welche die Vulkane auf verſchiedene Weiſe zu Hülfe nehmen, iſt bereits beym Worte **Erdkugel** gehandlet worden.

J. A. de Lüc Phyſikal. u. moral. Briefe über die Geſch. der Erde und des Menſchen, a. d. franz. Leipzig, 1781. II. Th. gr. 8. an mehreren Stellen.

Torb. Bergmann phyſ. Beſchreibung der Erdkugel, a. d. ſchwed. durch Röhl. II. B. Greifsw. 1780. gr. 8. §. 150.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. 4te Aufl. §. 785 — 787.

Gren Grundriß der Naturlehre. §. 941 — 945.

Vulkaniſche Producte, Producta vulcania, ſ. vulcanica, *Matières volcaniques.* Man bezeichnet mit dieſem Namen ſolche natürliche Körper, welche durch das unterirdiſche Feuer erzeugt oder doch beträchtlich verändert, und von den Vulkanen ausgeworfen worden ſind. Man ſchließt aus der Gegenwart ſolcher Körper an Orten, wo jetzt keine Vulkane mehr brennen, auf ehemalige Ausbrüche des unterirdiſchen Feuers; daher die Kenntniß und Beſtimmung der vulkaniſchen Producte für die Geologie ſehr wichtig iſt.

Bergmann (De productis vulcaniis in Nov. Act. reg. ſoc. Vpſal. To. III, ingl. in Opuſc. Vol. III. p. 200. ſqq.) hat chymiſche Unterſuchungen dieſer Materien mit vieler Sorgfalt angeſtellt, und in guter Ordnung vorgetragen. Er redet zuerſt von denjenigen Producten, welche blos auf dem troknen Wege erzeugt werden, und theilt dieſelben in erdigte, ſalzartige, brennbare und metalliſche.

Unter den erdigten Producten kommen einige als verkalkte und ausgebrannte, andere als geſchmolzne Maſſen vor. Zu den erſtern gehören die Pozzolanerde, der Traß, der Bimsſtein und die weiſſe Erde der Solfatara, zu den letztern die Laven.

Die Pozzolanerde (Terra puteolana, Cineres Vulcanorum, *Pouzzolane*), welche um Neapel und Rom ſehr häufig iſt, und überhaupt in allen vulkaniſchen Gegenden gefunden wird (ſ. Desmareſt über die Puzzolanen in Auvergne, in den Samml. zur Phyſ. u. Naturgeſch. II. B. 1. St. S. 105. *Faujas de St. Fond* ſur les Volcans éteints du Vivarais &c.) iſt ein vom Feuer gebrannter eiſenſchüßiger Thon mit etwas Kalkerde von rother, brauner, grauer oder ſchwarzer Farbe, der oft als eine lockere ſtaubige Erde, oft auch etwas mehr zuſammengebacken oder körnig vorkömmt, im Feuer zu ſchwarzer Schlacke ſchmelzt, und mit Waſſer und Kalk vermiſcht einen vortreflichen Mörtel giebt, deſſen ſich ſchon die Alten häufig zum Bauen bedienten. Der vulkaniſche Sand (Lapilli, *Rapillo, Rena (Arena) del Veſuvio*), der bisweilen ſo fein iſt, daß er während der Ausbrüche in verſchloßne Schränke eindringt, und in dieſer Geſtalt auch Aſche genannt wird, kömmt in Abſicht auf ſeine Beſtandtheile mit der Pozzolana überein, nur iſt er weniger eiſenhaltig, und hat daher eine hellere, graue oder weiſſe Farbe; doch zieht der Magnet aus ihm noch viele Eiſentheile. Mit dieſer Materie, die wohl auch zum Theil aus zertrümmerter Lava beſteht, überdecken die Vulkane weite Strecken, und daraus bildet ſich auch die Maſſe der Kegel.

Der Traß, Tarras, oder die vulkaniſche Tufa (Tophus *Vitruv.* Tarras, *Tarras*) entſteht durch die Verhärtung der Pozzolanerde und des vulkaniſchen Sandes zu einer ſteinartigen Maſſe, die wegen des Antheils von Kalkerde mit Säuren brauſet, und viel fremde Beymiſchungen, z. B. Glimmer, Bimſtein, Schörl und Granaten, auch wohl Thierknochen, Conchylien u. dergl. enthält. Herculanum und Pompeji waren großentheils davon erbaut. Um Neapel und Rom findet man anſehnliche Brüche da-

von, und der Pauſilipp, in welchem die berühmte Grotte eingehauen iſt, beſteht faſt ganz daraus. Zerſtoßen oder gemahlen zeigt er die bindende Eigenſchaft der Pozzolane, und wird zu Mörtel gebraucht.

Man findet im weſtlichen Deutſchland, vornehmlich an den Ufern des Rheins, bey Andernach und Niedermennich den ähnlichen **Mennicher Stein, Andernacher** oder **köllniſchen Tufſtein, Lungenſtein,** der dort ſehr häufig gebrochen und nach den Niederlanden verführt wird, wo man ihn theils als Pflaſter- und Bauſtein, theils gemahlen zu Mörtel braucht. Dieſen Stein haben **Collini, de Lüc, Hamilton,** (deren Schriften im vorhergehenden Artikel angeführt ſind) u. a. für einen wahren vulkaniſchen Traß angenommen, mit welchem er auch die löchrige Structur, den Grad der Härte, die graue traurige Farbe, die Beſtandtheile, das Verhalten im Feuer, die bindende Kraft, die eingemengten Körper, wirklich gemein hat. Ob nun gleich die Spuren ehemaliger Vulkane in dieſen Gegenden kaum zu verkennen ſind, ſo haben doch einige Mineralogen (ſ. **Noſe** orographiſche Briefe über das Siebengebirge und die benachbarten zum Theil vulkaniſchen Gegenden am Ufer des Niederrheins. Frkf. 1788. gr. 8. S. 110.) dieſes Geſtein lieber aus dem Verwittern eines ſogenannten Granitporphyrs (feſten Thons mit Feldſpath) herleiten wollen.

Der **Bimsſtein** (Pumex, *Pierre-ponce*) findet ſich häufig bey feuerſpeyenden Bergen, ſehr oft in andere Producte derſelben eingeſchloßen, aber nicht bey allen, z. B. durchaus keiner beym Aetna, deſto häufiger in den lipariſchen Inſeln. Man findet ihn auch in Auvergne und am Rhein. Er enthält Thonerde und Bittererde, iſt voll von Löchern, ſchwimmt auf dem Waſſer, und zeigt dünne, gleichlaufende und ſpröde Faſern. Seine Entſtehung leitet **Hamilton** von glaſigter, erſt bey ſpäterm Erkalten ausgeſpritzter Lava, **Bergmann** von ausgebranntem Asbeſt, **Dolomieu** (Reiſe nach den lipariſchen Inſeln) aus Glimmerſchiefer und leichtflüßigen Graniten her; **de Lüc** (48 Brief) glaubt, er beſtehe aus geſchmolzenen Materien, und werde

erſt weiß und leicht, wenn er eine Zeit lang an der Luft und Sonne gelegen habe.

Die weiſſe Erde der Solfatara iſt eine durch die Dämpfe der flüchtigen Schwefelſäure ausgebleichte und nach und nach verwitterte Miſchung von Thon- und Kieſelerde, vermuthlich aus einer Lava entſtanden.

Die **Laven**, von deren Ausfließen bey dem Worte **Vulkane** gehandlet worden iſt, verhärten unter mancherley Geſtalt. Die meiſten haben eine dunkle Farbe, geben einen weißgrauen Strich, ſchmelzen im Feuer zu ſchwarzer Schlacke, zeigen einen ſtarken Eiſengehalt, durch den ſie auf die Magnetnadel wirken, enthalten viele fremde Theile, z. B. Baſaltblende, Feldſpath, Glimmer, Schörl, Chalcedon, Feuerſtein, Zeolith, Thonſchieferſtücken, Eiſenſtein, Quarz eingemengt: finden ſich auch oft zertrümmert und wieder zuſammengebacken, als Lavabreccien. Oft ſind ihre Löcher in der Folge der Zeit mit andern Steinarten wieder angefüllt worden. Es giebt poröſe, dichte, ſchlackigte und glaſigte Laven. Die poröſen kommen bey den noch brennenden Vulkanen am häufigſten vor, dienen zu Mühlſteinen, auch wegen ihrer Leichtigkeit zu Dächern, daher in Italien eigne Steinbrüche von Laven angelegt ſind. Ihre Löcher ſind ziemlich grob, und gemeiniglich leer. Die dichten (Baſaltlaven) ſind bey den ausgebrannten Vulkanen gemeiner, und ſcheinen aus leichtflüßigem ſtärker geſchmolzenen Stoffe entſtanden zu ſeyn. Sie laſſen ſich zu Platten ſchneiden, wie Marmor poliren, und die dichteſten geben mit dem Stahle Feuer. Sie enthalten viele fremde Steinarten eingemengt, und einen guten Theil Eiſen. Die ſchlackigten bekleiden die Seitenwände der Höhlen in den Vulkanen, und hängen, wie Eiszacken (Lava ſtalagmitica) von ihren Decken herab. Am Aetna ſitzen ſie meiſtens von auſſen unter mancherley Geſtalten auf den Lavaſtrömen. Sie kommen an Härte, Klang und innerm Glanze dem Glaſe näher, und ſcheinen aus den Theilen zu beſtehen, die durch Berührung irgend eines Hindernißes zuerſt geronnen ſind. Die **gläſigte Lava**, der Glasachat (Lapis obſidianus) gleicht einem eiſenhaltigen Glaſe, iſt

aber etwas ſtrengflüßiger und nie ganz durchſichtig, hat gewöhnlich eine ſchwarze Farbe, kömmt aber auch grau, grünlich, bläulich vor. Es findet ſich dergleichen auf Lipari, Island, in den peruaniſchen Vulkanen u. ſ. w. Man trug ſonſt Rockknöpfe davon, und die Einwohner von Neuſpanien und Peru bereiten eine Art von Spiegeln daraus. Die meiſten dieſer Laven verwittern früher oder ſpäter zu Thon, und geben ein überaus fruchtbares Erdreich.

Aehnliche Materien entſtehen hin und wieder durch Erdbrände oder Entzündungen von Kohlenflötzen und Thonſchiefern, die von ſelbſt oder durch Unvorſichtigkeit entbrennen, wie z. B. in dem brennenden Berge zu Dutweiler in Saarbrück (ſ. Habel Beytr. zur Naturgeſch. der naſſauiſchen Länder. Deſſau, 1784. 8. S. 22.), in dem Schlatnitzer und Selnitzer Berge in Böhmen (Abhandl. der böhmiſch. Geſ. der Wiſſenſch. für 1788. S. 26. 180. 195 u. f.), wo der Thonſchiefer an den Stellen, die hinlänglichen Zug haben, bald einer ſchlackenartigen Lava, bald einem Bimſteine, ähnlich wird. Man kan alſo aus der Gegenwart ſolcher Producte nicht ganz ſicher auf einen förmlichen Vulkan, allemal aber doch auf unterirdiſches Feuer ſchließen.

Auſſer dieſen unſtreitigen Producten des unterirdiſchen Feuers giebt es noch Steinarten, deren Entſtehung theils zweifelhaft, theils offenbar mit Unrecht den Vulkanen zugeſchrieben worden iſt.

Zur erſten Claſſe gehört vornehmlich der **Baſalt, Säulenſtein oder Pfeilerſtein**, der von dem Baſaltes oder Lapis aethiopicus der Alten (aus welchem ſo viel altegyptiſche Kunſtwerke, z. B. die Grundlage der ſchönen Pyramide des Mycerinus zu Cairo, nebſt einer Menge Sarkophagen, Büſten u. dergl. verfertigt ſind, (ſ. *Plin.* H. N. XXXVI. 7.) wohl zu unterſcheiden iſt, und erſt ſeit Agricola's Zeiten den Namen Baſalt erhalten hat. Dieſer Stein hat eine dunkle ſchwarzgraue Farbe, inwendig keinen Glanz, einen weißgrauen Strich, dichten Bruch, und zerbricht in eckigte Stücke von unbeſtimmter Geſtalt. Seine Maſſe ſcheint den dichten Laven gleich, man findet auch in ihm alle die fremden Steinarten, wie in den Laven, eingemengt: er ver-

wittert leicht an der Luft, ſchmelzt im Feuer zu einer Schlacke, hat einen ſtarken Eiſengehalt, und daher ein großes eigenthümliches Gewicht. Ganz eigen iſt es dem Baſalt, daß man ihn in ſeinen eigentlichen Lagerſtätten in eine Menge gegliederter Säulen zertheilt findet, die meiſtentheils aufrecht ſtehen, zuweilen ſchräg liegen, an einigen Orten auch eine gebogne Geſtalt haben.

Aus ſolchen Säulen beſteht der ſogenannte **Rieſenweg** oder **Rieſendamm** (Giants-Cauſeway) an der Nordküſte von Irland, den auſſer mehrern Beobachtern (ſ. Phil. Trans. abridged by *Lowthorp*, Vol. II. p. 514. ſqq.) auch **Pocock** (Phil. Trans. Vol. XLV. Num. 485. p. 124). und **Hamilton** (Lettres concerning the northern coaſt of the county of Antrim. Lond. 1768. 8.) beſchrieben haben. Die Abbildung deſſelben findet ſich auch in den Abhandlungen zur Naturgeſchichte, Phyſik und Oekonomie, aus den Philoſophiſchen Transactionen (Leipzig, 1779. gr. 4. Taf. XIII.). Mehr als 30000 Baſaltſäulen von 20 Zoll Durchmeſſer und 15 Fuß Höhe ſtehen dicht an einander und bilden oben eine große gangbare Ebne. Sie ſind meiſtens 5 — 6ſeitige Priſmen, und aus Gliedern von 8 — 12 Zoll Höhe zuſammengeſetzt, deren jedes auf einer Seite convex, auf der andern concav, und an den Ecken faſt, wie eine Krone, zugeſpitzt iſt. Einen noch größern Rieſenweg auf der Inſel Staffa, einer von den Hebriden bey Schottland, deſſen Säulen die berühmte Fingalshöhle bilden, beſchreibt **Banks** (in Pennant's Tour in Scotland. Cheſter, 1774. 4. p. 261. ſqq.). **Strange** (Philoſ. Trans. Vol. LXV. P. I. n. 2.) führt deren noch zween im venetianiſchen Gebiete (Monte roſſo und Monte diavolo), und einen in Wales an. Oft bildet der Baſalt ziemlich ſteile Bergkuppen, die das Anſehen ſtark abgeſtumpfter Kegel haben, und da, wo das Geſtein entblößt, und nicht allzuſtark verwittert iſt, ebenfalls aufrechtſtehende oder zuſammengeſchichtete Säulen zeigen. So zeigt er ſich z. B. bey Stolpen in Sachſen, und bey Bolſena, wo ein Baſaltberg mit Säulen auf einem Grunde von vulkaniſcher Aſche ſteht, und der Crater des alten Vulkans einen See bildet, (ſ. **Ferbers** Briefe aus

Wälſchland). Die Baſalthügel ſitzen ſonſt auf Wacke, Thon, Sand oder Kohlenflötzen, die dann wieder Kalkſtein, Hornſtein, Sandſtein, Gneus, Granit ꝛc. unter ſich haben, und Berge dieſer Art bilden in Sachſen, der Oberlauſitz, Thüringen und Heſſen ganze Züge.

Sehr viele haben den Baſalt zu den vulkaniſchen Producten gerechnet, und ſeine ſäulenförmige Geſtalt als eine Wirkung der Kryſtalliſation oder regelmäßigen Zerberſtung betrachtet, welche ſo vielen geſchmolzenen Maſſen, wenn ſie erhärten, eigen iſt, ſ. **Kryſtalliſation**. Nachdem dieſes ſchon von **Desmareſt**, (Mém. de Paris, 1771. p. 705), **Ferber**, **Raſpe** (Beytrag zur natürl. Geſch. von Heſſen. Caſſel, 1774.), **Hamilton** u. a. behauptet worden war, ſuchte es **Faujas de St. Fond** (Recherches ſur les Volcans éteints du Vivarais etc. Paris, 1778. fol.) durch mehrere Gründe, und vornehmlich aus zwoen nebeneinander ſtehenden Baſaltſäulen zu erweiſen, die ein eingeſchloßnes Stück Granit beym Zerberſten zerriſſen und ſo unter ſich getheilt hatten, daß die Flächen beyder Stücken ſich genau an einander paſſen ließen. **De Lüc** (51 Brief) nahm an, die Baſalten ſeyen unter dem Waſſer des alten Meeres entſtanden, deſſen Berührung die geſchmolzenen Laven plötzlich erkältet, und ſo das Zerberſten in Säulen veranlaſſet habe, welches bey den jetzigen Laven, die an der Luft langſamer abkühlen, nicht mehr ſtatt finde. Eben dies glauben **Hamilton** und **Dolomieu** (Mém. ſur les isles ponces &c. Paris, 1788. 8.). Andere, z. B. **von Veltheim** (Etwas über die Bildung des Baſalts &c. Leipzig, 1787. 8. Neue Auflage 1789.) nehmen dagegen an, die Zerberſtung ſey durch ſehr langſames Erkalten geſchehen, indem die Baſaltſäulen mit anderer jetzt weggeſchwemmter Lava überdeckt, und alſo gegen die äuſſere Luft geſchützt geweſen wären. Dieſe ſehen alſo die Baſalthügel als den innern, jetzt allein noch übrigen, Kern alter Lavagebirge an. Den vulkaniſchen Urſprung der Baſalte und ihre Verbindung mit andern vulkaniſchen Materien beſtätigt auch **Leske** (Reiſe durch Sachſen. Leipzig, 1785. gr. 4. S. 326. u. f.) durch ſeine Beobachtungen am Spitzberge bey **Heidersdorf** und

andern Baſalthügeln der Gegend um Lauban in der Oberlauſitz. D. Hutton (Trans. of the royal ſoc. of Edinb. Vol. I. 1788.) ſieht den Baſalt als eine unterirdiſche Lava an, die erſt mit der Zeit der Luft ausgeſetzt worden.

Dagegen hat ſchon Bergmann erinnert, die große Aehnlichkeit des Baſalts mit dem Trapp, der in den ſchwediſchen Gebirgen gewöhnlich den unzerſtörten Thonſchiefer begleite, mithin gewiß kein vulkaniſches Product ſey, führe vielmehr darauf, daß dieſe Steinart von einem Bodenſatze des Waſſers herkomme, der als eine breyartige thonige Maſſe beym Eintroknen und Erhärten die Riſſe bekommen habe, die ihn nach ebnen oder krummen Flächen theilen. Er ſieht übrigens als möglich an, daß das unterirdiſche Feuer hin und wieder die Austroknung könne beſchleuniget, und die Spaltung befördert haben. Dieſe Aehnlichkeit des Baſalts mit dem Trapp und der Wacke wird von allen Mineralogen anerkannt.

Herr Inſpector Werner in Freyberg machte im Jahre 1788 an dem Scheibenberger Hügel, einem bekannten Baſaltberge, die intereſſante Bemerkung, daß daſelbſt unten eine mächtige Sandſchicht, darüber einige Thonſchichten, hierauf eine Wackenſchicht, und über derſelben der Baſalt auflag; wobey ſich der Sand unmerklich in Thon, der Thon in Wacke, die Wacke in Baſalt verlief. Es drängte ſich ihm hiebey unwiderſtehlich der Gedanke auf, daß dieſe Materien alle von einer Formation und durch einen naſſen Niederſchlag entſtanden ſeyn müſten, indem das Waſſer zuerſt Sand, dann Thon, hierauf Wacke und endlich die Maſſe des Baſalts abgeſetzt habe. Er glaubt alſo, aller Baſalt habe ehedem ein einziges, weit über viele uranfängliche und Flözgebirge verbreitetes Lager ausgemacht, das die Zeit gröſtentheils zerſtört, und nur die Baſaltkuppen als Ueberbleibſel zurück gelaſſen habe (ſ. Gothaiſches Mag. für das Neuſte aus der Phyſ. VI. B. 1 St. S. 75.). Herr Werner (im Bergmänniſchen Journal 1788. S. 513. und 1789. S. 345. 485.) hat dieſen Urſprung des Baſalts aus dem Waſſer noch mit mehrern Gründen beſtärkt, und es iſt ſeine Meinung auch von Herrn Karſten (Berg-

männ. Journal. 1788. S. 345.), von **Lehmann** (Der Baſalt. Frfkt. am Mayn, 1789. 8.), **Widenmann** (im Magazin für die Naturkunde Helvetiens B. IV. S. 137.) vertheidiget worden, wogegen Herr **Voigt** (Mag. für die Naturk. Helv. B. IV. S. 214.) den vulkaniſchen Urſprung des Baſalts zu retten geſucht hat. Dieſer Streit und ähnliche Unterſuchungen haben mit unter nicht blos den Baſalt, ſondern die Wirkungen der Vulkane auf die Bildung der Erdfläche überhaupt betroffen, und es ſind darüber unter den Geologen die zwo Partheyen der Vulkaniſten und Neptuniſten entſtanden. Unläugbar giengen die erſtern oft zu weit und glaubten überall erloſchene Vulkane und Spuren ihrer Wirkungen zu ſehen; eben ſo leicht aber können die letztern in den entgegengeſetzten Fehler verfallen, und dem unterirdiſchen Feuer zu viel abſprechen.

Eben ſo ungewiß iſt man über den Urſprung des **rheinländiſchen Mühlenſteins**, der bey Niedermennich 24 Klaftern tief unter Steinlagern bricht, die voll von Bimsſteinbrocken ſind, auch am Hekla, in Böhmen und Oeſterreich gefunden wird, des **Backofenſteins** *(pierre à four)* bey Bell im Erzſtifte Trier, und der **Baſaltblende**, die ſich nur in Baſalt, Bimsſtein, Traß und Laven eingewachſen findet. Der Mühlen- und Backofenſtein ſind in vielen Stücken den Laven ähnlich, und werden von **Collini**, **Hamilton**, **de Lüc** ꝛc. für entſchieden vulkaniſch gehalten.

Die **weiſſen Granaten**, die man ſo häufig in den Laven des Veſuvs findet, hält **Bergmann** für ein Product der Schmelzung, wogegen ſich aber einwenden läſt, daß ſie nicht allein in der Lava, ſondern auch in der Aſche, gefunden werden, und daß ſie bey andern Vulkanen fehlen, wo das Feuer keine ihrer natürlichen Lagerſtätte berührt. Die kryſtalliſirten Schörle, die unter andern auch im durchſichtigen Kalkſpathe vorkommen, und alſo nicht durchs Feuer erzeugt ſeyn können, Zeolith u. dergl. ſind offenbar nur losgebrochne Materien, und nicht zu den vulkaniſchen Producten zu rechnen.

Zu den ſalzartigen vulkaniſchen Materien gehören flüchtige Schwefelſäure, wie z. B. auf der Solfatara und bey

Viterbo, wo eine dünne Vitriolſäure aus Ritzen läuft; Luftſäure, Kochſalz, Salmiak: zu den brennbaren Bergöl, Schwefel, brennbare Luft: zu den metalliſchen vornehmlich Eiſen, das ſich faſt in allen vulkaniſchen Materien findet, und durch Schwefel vererzter Arſenik, ſeltner Kupfer.

Auf dem naſſen Wege entbinden oder erzeugen ſich in den Vulkanen Luftſäure, Mineralalkali, Glauberſalz, Gyps, Bitterſalz, Alaun, Eiſenvitriol, und vielleicht noch mehrere Mittelſalze, welche ſich im Waſſer auflöſen, und zu der Entſtehung der warmen Quellen und anderer mineraliſchen Waſſer Anlaß geben, welche in der Nachbarſchaft der Vulkane ſo häufig angetroffen werden.

Leonhardi in ſ. Ausgabe von Macquers chym. Wörterbuch, Art. Vulkaniſche Producte.

Bergmann phyſik. Beſchreibung der Erdkugel durch Röhl. II. B. §. 150.

Gmelin Grundriß der Mineralogie. Göttingen, 1790. 8. §. 222. — 225, 239 — 259.

W.

Wärme, Calor, *Chaleur*. Dieſes Wort wird vornehmlich in dreyfacher Bedeutung gebraucht. Erſtens zeigt es eine allgemein bekannte Empfindung an, welche durchs Gefühl in uns entſteht, und da ſie ganz Sache des Sinns iſt, mit Worten nicht beſchrieben werden kan. Hohe, dem Gefühl beſchwerliche oder unerträgliche Grade dieſer Empfindung nennen wir **Hitze**. Wir fühlen allemal Hitze oder Wärme bey Berührung und Annäherung des ſogenannten Feuers, oder ſolcher Körper, in welchen das Feuer Wirkungen hervorbringt, und ſehen alſo dieſe Empfindung gleichfalls als eine Wirkung des Feuers an. Die entgegengeſetzte Empfindung des Mangels der Wärme nennen wir **Kälte**.

Zweytens bedeutet **Wärme** den Zuſtand der Körper, in welchem ſie unſerm Gefühl bey der Berührung die vorgedachte Empfindung verurſachen. So ſchreiben wir der Sommerluft Wärme, der glühenden Kohle Hitze zu. Un-

ſer Körper ſelbſt hat eine ihm eigne Wärme, die wir deutlich fühlen, beſonders wenn die äuſſern weniger warmen Theile mit den bedecktern, z. B. die Hand mit der Bruſt, in Berührung kommen. Dieſer Begrif von Wärme iſt blos relativ. Wo ein Menſch oder ein Theil des Körpers Wärme fühlt, da fühlt oft der andere Kälte. Es kömmt darauf an, ob die Urſache der Empfindung in dem gefühlten, oder in dem fühlenden Körper, wirkſamer iſt. Nur in jenem Falle fühlt der letztere Wärme, in dieſem Kälte. So wäre Wärme eigentlich derjenige Zuſtand eines Körpers, in welchem ſein Feuer wirkſamer iſt, als in einem andern ihn berührenden Körper.

Da aber die Erfahrung keinen Zuſtand der Körper zeigt, in welchem man ſelbige aller Wirkſamkeit des Feuers beraubt oder abſolut wärmeleer nennen könnte, ſo verſtattet man ſich, mit dem Namen der **Wärme**, oder beſſer, der **fühlbaren Wärme**, überhaupt den Zuſtand der Körper in Abſicht auf die jetzt gedachte Wirkſamkeit ihres Feuers zu bezeichnen, ohne Beziehung darauf, ob ſie der anfühlenden Hand warm oder kalt vorkommen. In dieſem Sinne iſt ſelbſt im Eiſe und gefrornen Queckſilber noch Wärme vorhanden — ein Zuſtand, der aufs Gefühl und Thermometer wirkt, indem er ſich andern berührenden Körpern mitzutheilen, und durch alle Stoffe bis zu einem gewiſſen Gleichgewichte zu verbreiten ſtrebt.

Endlich wird drittens der Name **Wärme** ſehr oft der phyſiſchen Urſache dieſer Erſcheinungen, oder derjenigen Materie beygelegt, welche jenes Gefühl und jenen Zuſtand der Körper bewirkt, und freylich ſchicklicher den Namen **Wärmeſtof** (Materia caloris ſ. calorifica) führt. Dieſe Materie heißt ſonſt auch **Feuer**; daher iſt ihr unter dieſem Namen bereits ein eigner Artikel dieſes Wörterbuchs gewidmet worden, wo auch noch mehrere Benennungen von ihr vorkommen*). In der neuen Sprache des antiphlogiſtiſchen Syſtems heißt ſie das *Calorique* (Caloricum).

*) Jetzt brauchen mehrere Phyſiker das Wort **Feuer** nur von der mit Licht begleiteten Wärme. Dieſer ſehr ſchicklichen

Der Sprachgebrauch in der Lehre von Feuer und Wärme iſt noch ſo ſchwankend, daß ich nicht vermeiden kan, das Wort **Wärme** ſelbſt bald für Zuſtand der Körper, bald für Wärmeſtof zu gebrauchen. Uebrigens werde ich dieſen Gegenſtand ſo behandeln, daß ich zuerſt die Erregung und die gewöhnlichſten Wirkungen der Wärme erzähle, welche auf die Vermuthung eines eignen Wärmeſtofs führen, dann aber von den Eigenſchaften dieſes Stofs und ſeinen verſchiedenen Verbindungsarten mit den Körpern rede.

Erregung und Mittheilung der Wärme.

Es giebt mehrere Mittel, Körper zu **erwärmen**, d. h. ſie in einen Zuſtand zu verſetzen, in welchem ſie in uns das Gefühl der Wärme ſtärker, als vorher, erregen. Hiezu gehören als **unmittelbare** Erregungsarten das Reiben, die Ausſetzung an die Sonnenſtralen, und die Vermiſchung gewiſſer ungleichartiger Stoffe, als ein **mittelbarer** Weg (der nemlich etwas ſchon vorher erwärmtes vorausſetzt) die Berührung mit wärmern Körpern. Die thieriſchen Körper bringen, ſo lang ihr Leben dauert, aus ſich ſelbſt eine Wärme hervor, welche allem Anſehen nach durch gewiſſe in ihnen vorgehende und durch ihre Organiſation beförderte Miſchungen entſpringt, ſ. **Wärme, thieriſche.**

Das **Reiben** iſt ein ſehr bekanntes Mittel Wärme zu erregen, die bis zum Glühen und Brennen gehen kan. So zündeten die Alten ihre Feuer an (*Plin.* H. N. XVI. 40.) und die Araber bedienten ſich dazu zweyer Hölzer, die ſie **March** und **Aphar**, auch beyde **Zabdan** (die zwey Reiber) nannten (ſ. **Michaelis** von alten Mitteln Feuer anzuzünden, in ſ. Vermiſchten Schriften, S. 97). Unſer Feuerſchla-

Beſtimmung würde ich ſelbſt folgen, wenn ich den Plan meines Wörterbuchs jetzt anzulegen hätte. Aber, wie die Sache nun ſteht, bin ich genöthigt, hier noch einiges vom Wärmeſtof beyzubringen, das dem eigentlichen Plane nach in den Artikel Feuer gehörte. Man wird dies entſchuldigen, wenn man bedenkt, wieviel während meiner Arbeit am Wörterbuche über dieſen Gegenſtand hinzugekommen iſt.

gen mit Stahl und Stein beruht ebenfalls darauf, ſ. Funken. Je härter die Körper ſind, je ſtärker ſie gegen einander gedrückt, und je ſchneller ſie an einander bewegt werden, deſto mehr entſteht Hitze, wie beym Bohren, Schleifen, Sägen, Drechſeln, Hämmern der Metalle u. ſ. w. Der Drechsler brennt in das ſchnell rotirte Holz blos durch das Andrücken eines hölzernen Stäbchens verkohlte ſchwarze Ringe ein. So entbrennen die Axen in den Wagenrädern, und die Zapfenlager in den Mühlwellen durch Reibung, wenn man ſie nicht genugſam einſchmieret oder befeuchtet. Neue Verſuche über die durch Reiben erregte Wärme findet man bey Pictet (Verſuche über das Feuer a. d. frz. Tübingen, 1790. 8. Cap. 9.). Eine eigne im Vacuo angebrachte Reibmaſchine zeigte, daß daſelbſt die erregte Wärme ſtärker, als an der Luft iſt, auch ſich augenblicklich zeigt, da ſie in der Luft erſt dann am ſtärkſten wird, wenn die Bewegung aufhört, weil die Luft ſie mit ſich fortführet und zerſtreuet.

Die Einwirkung der Sonnenſtralen erwärmt die Körper, wiewohl nicht alle in gleichem Grade. Schwarze und dunkelgefärbte werden unter gleichen Umſtänden ſtärker, als weiſſe und hellfarbige, erwärmt, vermuthlich weil dieſe die meiſten Stralen zurückwerfen, jene hingegen ſehr viele in ſich nehmen. Es ſcheinen überhaupt ſchwarze Farben für die Wärme empfänglicher, als helle, zu ſeyn. Cavallo und Pictet haben bemerkt, daß Thermometer mit geſchwärzten Kugeln nicht nur an der Sonne, ſondern auch am bloßen Taglichte, höher ſtehen, als andere, deren Kugeln blank ſind. Eng zuſammengebrachtes Sonnenlicht erregt heftige Hitze und Entzündung, ſ. Brennglas, Brennſpiegel. Darum und weil auch unſer Körper an der Sonne mehr Wärme empfindet, hielt man ſonſt die Sonnenſtralen ſelbſt für warm, oder für etwas dem Wärmeſtof gleiches, wenigſtens Wärmeſtof enthaltendes. Aber Herr de Lüc (Briefe über die Geſchichte der Erde 2c. 141ſter Brief. ingl. Syſtem über die Wärme in den leipz. Sammlungen zur Phyſik und Naturg. II. Band, 6. Stück. S. 643 u. f.) zeigt deutlich, daß dieſe Stralen nicht wirklich Wärme mit-

theilen, ſondern nur die in den Körpern ſelbſt befindliche rege machen. Er beſtätigt dieſes durch Beobachtungen des Herrn Pictet, welche beweiſen, daß das Abnehmen der Wärme in den obern Gegenden der Atmoſphäre blos von der geringen Dichte der Luft herkömmt, in welcher die Sonnenſtralen wenig Wärme entwickeln können; nicht aber, wie man es ſonſt erklärte, von dem Mangel der Erwärmung durch die Erdfläche, welche überhaupt wenig zur Erwärmung der Luft beyträgt.

Endlich entſteht Wärme bey unzählbaren Vermiſchungen ungleichartiger Stoffe, z. B. des Waſſers mit Vitriolöl oder ungelöſchtem Kalk, der Oele mit den mineraliſchen Säuren, bey ſo vielen Auflöſungen, Gährungen, Verwitterungen, und allen Arten der Selbſtentzündung. Dagegen erfolgt auch bey manchen Auflöſungen Verminderung der Wärme, ſ. Kälte, künſtliche.

Noch vor kurzem ſuchten die meiſten Naturforſcher alle unmittelbaren Entſtehungsarten der Wärme auf eine einzige, nemlich auf Reibung der Theile aneinander zurück zu führen. Die Sonnenſtralen ſollten die Theile der Körper erſchüttern, und ſie zu einer Reibung an einander nöthigen: Gährung, Auflöſung und Miſchung ſollten innere Bewegungen, folglich ein Reiben der Theile veranlaſſen, und dadurch Wärme erregen. Aber auf dieſem Wege erklären ſich die Erkältungen nicht, die doch bey Miſchungen, z. B. von Schnee und rauchendem Salpetergeiſt, eben ſo wohl als die Erwärmungen, vorkommen. Die Theile des Schnees und Salpetergeiſts müſſen ſich doch auch reiben, und reiben ſie ſich nicht (welches das wenigſte iſt, was geſchehen kan), ſo muß die Miſchung nach dieſer Erklärungsart weder wärmer, noch kälter werden, als vorher die gemiſchten Körper waren. Woher alſo die Erkältung? Man wird weit natürlicher vermuthen, daß hier ein Stof wirke, den manche Auflöſungen wirkſamer, andere unwirkſamer machen.

Das allergemeinſte Mittel der Erwärmung iſt die Berührung ſchon erwärmter Körper, oder die **Mittheilung der Wärme.** Wärme, die ſich dem Gefühl zu erkennen

giebt, zeigt nach allen Erfahrungen ein Beſtreben, ſich durch alle berührende Körper ſo lange zu vertheilen, bis ein gewiſſes Gleichgewicht erreicht iſt, bey welchem jeder Körper ſein ihm zukommendes Maaß hat, und keiner dem andern mehr giebt oder nimmt. Da man den Grad der fühlbaren Wärme in jedem Körper ſeine Temperatur nennt, ſo drückt man dies auf folgende Art aus. Es geht, ſagt man, aus wärmern Körpern fühlbare Wärme ſo lang in berührende kältere über, bis alle zu gleicher Temperatur gebracht ſind.

Das Anzünden an Flammen- und Kohlenfeuer iſt nichts anders, als eine ſolche Mittheilung hoher Grade der Hitze an Körper, deren Theile dadurch entzündet zu werden fähig ſind.

Auch iſt die Empfindung, die wir **Wärme** nennen, eigentlich nur das Gefühl dieſer Mittheilung. Wir ſagen, ein Körper ſey **warm**, wenn er uns Wärme mittheilt; **kalt**, wenn er uns Wärme entzieht: wärmer und kälter, wenn er uns deren in gleicher Zeit mehr mittheilt, oder entnimmt. Ein Körper, mit dem wir eine geraume Zeit in Berührung bleiben, kömmt allmählich der Temperatur unſers eignen Körpers immer näher, und hat er endlich dieſe ſo angenommen, daß er uns nichts mehr giebt und nimmt, ſo iſt er für unſer Gefühl weder warm noch kalt.

Körper, deren Temperatur zwar gleich, aber mit der unſers Körpers nicht einerley iſt, ſcheinen unſerm Gefühl nicht immer gleich warm oder gleich kalt. Denn wir fühlen nicht ihre Temperatur ſelbſt, ſondern nur, in welchem Maaße und wie ſchnell ſie uns Wärme geben oder nehmen. Dies hängt aber auſſer ihrer Temperatur auch von der Menge der Berührungspunkte, mithin von ihrer Dichte, Glätte, wärmeleitenden Kraft und andern Eigenſchaften und Umſtänden ab. So fühlt ſich Metall immer heiſſer oder kälter an, als Waſſer von gleicher Temperatur u. ſ. w. Daher kan unſer Gefühl keinen richtigen Maaßſtab für die Temperaturen abgeben, obgleich dieſelben nichts anders, als Grade **fühlbarer Wärme** ſind. Nemlich, gleichviel

fühlbare Wärme macht anderer Umſtände wegen nicht immer die Empfindung von gleich ſtark gefühlter Wärme.

Wirkungen der Wärme.

Nächſt dem in uns erregten Gefühl iſt die allgemeinſte Wirkung der Wärme dieſe, daß ſie alle bekannte Körper ausdehnt. Unzählbare Erfahrungen lehren, daß Körper, wenn ſie warm ſind, mehr Raum, als ſonſt, einnehmen. Eine zum Theil mit Luft gefüllte ſchlaffe Blaſe ſchwellt über dem Feuer auf. Hohle Glaskügelchen, die in kaltem Brantwein ſchwimmen, ſinken unter, wenn der Brantwein erwärmt wird, weil er ſich durch die Wärme ausdehnt, mithin ein geringeres ſpecifiſches Gewicht bekömmt, als er vorher hatte, und als die Glaskügelchen haben. Eben ſo ſinken Wachskugeln in warmem Waſſer zu Boden, die in kaltem ſchwimmen; heiſſe Metallkugeln fallen nicht mehr durch ein Loch, wodurch ſie kalt fallen konnten, und ein Drath wird zwiſchen glühenden Kohlen länger, beym Erkalten aber wieder kürzer. Werkzeuge, die Ausdehnung feſter Körper bey bekannten Temperaturen zu meſſen, ſind bey dem Worte Pyrometer beſchrieben worden.

Flüßige Körper dehnen ſich durch gleiche Wärme überhaupt ſtärker und ſchneller aus, als feſte; die Luftarten am ſtärkſten unter allen bekannten Materien, nächſtdem ätheriſche Oele und Weingeiſt, etwas weniger Waſſer und fette Oele, noch weniger Queckſilber. Was die Verſuche über die Ausdehnungsverhältniße des Glaſes und der Metalle lehren, iſt beym Worte Pyrometer angegeben. Die Ausdehnungen verſchiedener Materien durch die Wärme richten ſich nicht eben nach der Dichtigkeit der Materien, und überhaupt nach keinem bekannten allgemeinen Geſetze.

Die Stärke dieſer Ausdehnung giebt ein ſchickliches Mittel, die Temperaturen der Körper zu beſtimmen, ſ. Thermometer. Bringt man nemlich ein mit Queckſilber, Weingeiſt ꝛc. gefülltes Thermometer mit einem Körper in Berührung, ſo vertheilt ſich die fühlbare Wärme unter beyde bis zum Gleichgewicht, und bey fortdaurender Berührung

kömmt das Thermometer zu gleicher Temperatur mit dem Körper ſelbſt. Es giebt alsdann durch den Grad der Ausdehnung des Queckſilbers oder Weingeiſts, den es auf ſeiner Scale anzeigt, ein beſtimmtes Merkmal, wodurch man dieſen Grad der Temperatur bezeichnen, und allemal, ſo oft er vorhanden iſt, als eben denſelben wiedererkennen kan. Freylich erfährt man dadurch nicht die **Menge** der fühlbaren Wärme eines Körpers, ſondern nur die beſtimmte Größe ſeiner Wärmeäuſſerung auf jeden andern, z. B. auf das Thermometer, die Größe ſeiner Expanſionskraft, oder nach **Lamberts** Ausdrucke (Pyrometrie, S. 54.) die **Kraft der Wärme**, nach **Baader** die **wärmeäuſſernde Kraft**. Inzwiſchen giebt doch das Thermometer ein Mittel, ſich zu verſichern, ein Grad der Wärme, dem das Werkzeug jetzt ausgeſetzt iſt, ſey eben derjenige, dem es ein andermal ausgeſetzt war, oder er ſey größer, kleiner u. ſ. w.

Verſteht man unter **Graden der Wärme**, Grade dieſer wärmeäuſſernden Kraft, ſo giebt Amontons Luftthermometer ein wahres Maaß derſelben, indem ſich die Kraft der Wärme bey gleicher Dichte der Luft, wie das aufliegende Gewicht, verhält; mithin bey gleichem Drucke die wirkliche Ausdehnung der Luft dieſer Kraft proportional iſt. Ob aber dieſe Kräfte, oder auch die wirklichen Mengen der mitgetheilten Wärme den Ausdehnungen des Queckſilbers, Weingeiſts ꝛc. im Thermometer proportional ſind, das muß erſt durch ſolche Verſuche ausgemacht werden, wie **de Lüc** über den Gang des Queckſilbers in Vergleichung mit dem Gange der Wärme angeſtellt hat. Dieſe Verſuche ſind in dem Artikel **Thermometer** (oben S. 329 u. f.) erzählt worden, und ſcheinen zu beweiſen, daß die Gänge des Queckſilbers und der Wärme ſelbſt einander ziemlich nahe kommen, d. i. daß doppelt ſo viel Zuſatz von Wärme das Queckſilber faſt um doppelt ſo viel ausdehnt, als ein einfacher Zuſatz u. ſ. w. Sehr einleuchtend hat dies **Wilke** (Schwed. Abhandl. XXXIV. Band. 1776. S. 103.) dadurch bewieſen, weil eine einfache Maſſe Waſſer, die am ſchwediſchen Queckſilberthermometer 72 Grad zeigt, gerade eben ſo viel Eis ſchmelzt, als eine doppelte Maſſe, welche 35 Grad,

und eine dreyfache, welche 24 Grad zeigt. Weil dieſe Maſſen gleich viel Eis ſchmelzen, ſo enthalten ſie gleiche Mengen fühlbarer Wärme, welche durch ihre Maſſen gleichförmig vertheilt, für jedes Theilchen eine Wärmemenge oder wärmeäuſſernde Kraft geben, die den Graden d. i. den Ausdehnungen des Queckſilbers vom Eispunkte an, proportional iſt.

Dieſe Ausdehnung der Körper hält nur ſo lang an, als die Wärme wirklich vorhanden iſt, und ihre expandirende Kraft äuſſern kan. Wird die Wärme durch Mittheilung oder ſonſt entzogen und unwirkſam gemacht, ſo kömmt der Körper in den vorigen geringern Raum zurück. Daher werden durch Entziehung fühlbarer Wärme alle bekannte Körper zuſammengezogen und verdichtet.

Wenn die Erwärmung und Ausdehnung der Körper bis auf gewiſſe Grade ſteigt, ſo zeigen ſich noch mehrere Wirkungen der Wärme. Dahin gehört vornehmlich die Verſetzung feſter Körper in den Zuſtand der Flüßigkeit, ſ. **Schmelzung**. Durch Entziehung der Wärme kehren die geſchmolzenen Materien zur vorigen Feſtigkeit zurück, ſ. **Geſtehen**. Genugſame Wärme bringt allemal feſte Körper (bey denen dieſes nicht durch andere Wirkungen der Wärme verhindert wird) zum Schmelzen; genugſame Erkältung bringt alle flüßige Körper zum Geſtehen oder Gefrieren, ſ. **Gefrierung**. Da alſo der feſte oder flüßige Zuſtand keinem Körper weſentlich eigen iſt, ſondern blos von dem Grade ſeiner Wärme abhängt, ſo wird die Wärme mit Recht als die einzige Urſache der Flüßigkeit betrachtet, ſ. **Flüßig**.

Sehr viele Körper, ſowohl flüßige als feſte, verwandlen ſich bey einem hinreichenden Grade der Wärme, der nach ihrer beſondern Beſchaffenheit verſchieden iſt, in elaſtiſchen Dampf, ſ. **Dämpfe**. Dieſer Vorgang heißt die **Verdampfung** oder **Verflüchtigung** der Körper *(Vaporiſation)*. Bey flüßigen Materien brechen die entſtandnen Dämpfe, wegen ihrer Elaſticität und ſpecifiſchen Leichtigkeit, durch die Oberfläche hervor, und verurſachen dadurch ein ſtarkes Aufwallen, ſ. **Sieden**. Der Dampf

ſelbſt zeigt noch einen hohen Grad von fühlbarer Wärme, verwandlet ſich aber, wenn ihm dieſe Wärme entzogen wird, wieder in die vorige tropfbar flüßige oder feſte Materie, ſ. **Verdichtung**. Dies zeigt offenbar, daß auch die Verdampfung blos in einer Verbindung genugſamer Wärme mit den Stoffen der Körper beſtehe, und daß man die Dampfgeſtalt, eben ſo wie die Flüßigkeit, nur für einen durch Wärme bewirkten Zuſtand der Materie zu halten habe.

Manche Stoffe werden bey genugſamer Wärme, bisweilen nur bey gänzlicher Ausſchließung der atmoſphäriſchen Luft, in **permanent-elaſtiſche Materien, Gasarten, Luftgattungen** verwandlet. Dieſe ſind gänzlich unſichtbar, werden auch durch die bloße Kälte nicht wieder in den Zuſtand tropfbarflüßiger oder feſter Körper zurück gebracht, und unterſcheiden ſich eben dadurch von den eigentlichen Dämpfen, ſ. **Gas**. Man hat hinlänglichen Grund zu vermuthen, daß dieſe bleibend-elaſtiſche Form oder Luftgeſtalt der Materien blos die Wirkung einer innigern Verbindung mit der Wärme ſey, ſ. **Luft** (Th. III. S. 29). Sowohl die Dämpfe, als die Gasarten ſind ſehr verſchiedener Grade der fühlbaren Wärme fähig, und werden, wie alle übrigen Körper, von ſtärkerer Wärme mehr ausgedehnt, oder, was bey elaſtiſchen Materien eben ſo viel iſt, es wird durch die Wärme ihre ſpecifiſche Federkraft verſtärkt, ſ. **Elaſticität, ſpecifiſche.**

Wenn die Wärme eines Körpers den nöthigen Grad erreicht hat, ſo zeigt ſie ſich mit Licht begleitet. Dieſen Zuſtand des Körpers nennt man ſein **Glühen**, und den dazu nöthigen Grad der Wärme die Glühhitze, ſ. **Glühen**. Gewiſſe Körper, die man verbrennliche nennt, werden durch die Glühhitze beym Zutritte der Luft ſo zerſetzt, daß ſich ihre der Verflüchtigung fähigen Theile in Dämpfe verwandlen, und nur die unverbrennlichen zurück bleiben. Hiebey ſteigen ſichtbare Ausflüße auf, die theils leuchtend, theils dunkel ſind, ſ. **Flamme, Rauch**, und es entſteht eine ſo anſehnliche Vermehrung der Menge von fühlbarer Wärme, daß dadurch alle berührende Körper erhitzt, und die ver-

brennlichen in einen gleichen Zuſtand verſeẓt werden, den man das **Brennen** oder die **Verbrennung** nennt. Dieſe mit Licht begleitete Hiẓe brennender Körper führt ganz eigentlich den Namen des **Feuers**. Nach einigen Verſuchen ſcheint es, als ob man die Glühhiẓe verbrennlicher Körper, oder den zur Entzündung nöthigen Grad der Wärme auf den 650ſten Grad des fahrenheitiſchen Thermometers ſeẓen könne, ſ. **Glühen** (Th. II. S. 511). Wenigſtens gilt dies in den gewöhnlichen Fällen, ob man gleich auch andere mit Licht begleitete Zerſeẓungen als ſchwache Verbrennungen anſieht, bey denen ſich ein ſo hoher Grad der Hiẓe nicht deutlich offenbaret (vielleicht, weil ſich die Wärme der anliegenden Luft zu ſchnell mittheilt).

Daſeyn und Eigenſchaften des Wärmeſtofs.

Schon **Ariſtoteles** nahm für Wärme und Feuer ein eignes Element von überaus kleinen und beweglichen Theilen an, welches unter allen das unkörperlichſte ſey. Man legt ihm daher irrig die Behauptung der Scholaſtiker bey, welche die Wärme für eine bloße Qualität erklärten, wogegen den Stagiriten ſchon **Caſatus** (Diſſ. phyſica de igne. Frf. & Lipſ. 1688. p. 117.) vertheidiget hat. Nach **Epikur** und im Corpuſcularſyſtem beſtand die Wärme in feurigen Ausflüſſen. Die Neuern haben die Wirkungen der Wärme theils durch Emanation theils durch Vibration erklärt, und im leẓtern Falle die Vibrationen entweder den Theilen der Körper ſelbſt beygelegt, oder dazu ein beſonderes elaſtiſches Mittel angenommen, wie z. B. den carteſianiſchen Aether, oder die ſubtile Materie.

Schon beym Worte **Feuer** (Th. II. S. 208. 209.) ſind die Gründe angegeben, welche es unmöglich machen, die Erſcheinungen der Wärme durch bloße Schwingungen zu erklären. Man verfiel auf dieſe Erklärung nur, weil man von der Wärmeerzeugung durch Reiben ausgieng. Hätte man ehedem die Phänomene der chymiſchen Vermiſchungen beſſer gekannt und zum Grunde gelegt, ſo würden die Erkältungen, wobey ſich doch die Stoffe auch reiben, gleich

anfangs auf andere Wege geführt haben. So hat man auch nie darthun können, daß bey allen Arten der Reibung Wärme entſtehe, oder, daß die Wärme im Verhältniße mit der Stärke der Reibung ſey, u. ſ. w. Nollets Einwurf (Leçon XIII. Sect. 1.), daß jede Bewegung abnimmt, wenn ſie ſich durch größere Maſſen verbreitet, dahingegen bey der Entzündung eines Holzſtoßes durch einen Funken, dem Vibrationsſyſtem zufolge, die Bewegung wachſen müſte, iſt völlig entſcheidend. Auch weiß man jetzt, daß ſich die Wärme gar nicht nach den Geſetzen ſchwingender Bewegungen mittheilt, und daß überhaupt aus bloßen Schwingungen keine befriedigende Erklärung der Erſcheinungen hergeleitet werden kan.

Alſo iſt es ohne Zweifel nothwendig, einen eignen Stof der Wärme anzunehmen. Boerhaave legte demſelben den Namen des Elementarfeuers bey, ſ. Feuer (Th. II. S. 211). Er erklärte aber die Verbindung dieſes Feuers mit den übrigen Stoffen, ſo wie die Befreyung und Erregung deſſelben, blos mechaniſch durch Stoß und Bewegung, ließ die Anhäufung davon, oder die Wärme, durch Verdichtung des Sonnenfeuers, oder durch Reiben und heftige Erſchütterung der Körpertheilchen erfolgen, und glaubte, daß dieſes Feuer im Stande des Gleichgewichts gleichförmig im Verhältniße der Räume verbreitet ſey. Seine Lehre vom Feuer enthält in der Hauptſache alles, was man noch lange nach ihm über dieſen merkwürdigen Stof vorgetragen hat, bis endlich neuere Entdeckungen die Begriffe hievon veränderten, und auf die Vermuthung einer chymiſchen Verbindung des Wärmeſtofs mit den Körpern leiteten. Inzwiſchen hat ſchon Homberg an einigen Stellen ſeiner Schriften das Feuer aus dieſem Geſichtspunkte betrachtet.

Nachdem aber Wilke (Von des Schnees Kälte beym Schmelzen, in den Schwed. Abhdl. aufs J. 1772. 34ſter Band, S. 93 u. f.) durch eine Reihe ſchöner Verſuche gefunden hatte, daß beym Schmelzen des Schnees eine gewiſſe beſtändige Menge fühlbarer Wärme verlohren gehe,

welche zu dem 72ſten Grade der ſchwediſchen Thermometer-ſcale gehört, und D. Black in Edinburgh (in *Rozier* Journal de phyſique, ann. 1773. p. 165. im Auszuge in Crells neuſten Entdeck. Th. IX. S. 218.) ebenfalls durch Verſuche bewieß, daß ſich beym Gefrieren des Waſſers dieſe verlohrne Wärme wieder einfinde, und daß eben dieſes die Urſache ſey, warum ein in gefrierendem Waſſer ſtehendes Thermometer nicht unter den Gefrierpunkt hinabſinkt (weil die weitere Erkältung durch die aus dem frierenden Waſſer ſich entbindende Wärme verhindert wird), ſo entſtanden durch dieſe wichtigen Entdeckungen die Begriffe von freyer und gebundner **Wärme.** Ihnen zufolge ſieht man jetzt den Wärmeſtof als etwas an, das ſich mit den Körpern nach ſeiner verſchiedenen Verwandſchaft chymiſch verbinden, und dadurch die Wirkſamkeit, die es im freyen Zuſtande zeigt, verlieren kan, d. h. man betrachtet ihn als ein Auflöſungsmittel der Körper.

Dies hat ſich nun durch alle bisherige Unterſuchungen ſo wohl beſtätiget, daß wenige Phyſiker mehr das Daſeyn eines eignen Wärmeſtofs bezweifeln werden. Man kan auch eben nicht ſagen, daß dieſer Stof ganz hypothetiſch ſey, da er ſich dem Sinne des Gefühls auf eine ſo deutliche Art zu erkennen giebt, die ſich ſchwerlich für Wirkung irgend einer andern Materie erklären läßt. Dennoch läſt er ſich nicht dem Auge darſtellen, in Gefäße einſchließen, und unmittelbaren Verſuchen unterwerfen. Wir müſſen daher ſeine Eigenſchaften blos durch Schlüſſe aus den Wirkungen ſeiner Verbindung mit andern Körpern, und ſeiner Trennung von ſelbigen erkennen.

Die freye **Wärme**, welche auf Gefühl und Thermometer wirkt, und daher auch **fühlbare, empfindbare** (*chaleur ſenſible*), **Thermometerwärme** genannt wird, breitet ſich nach allen Seiten aus, durchdringt alle Körper und Gefäße, dehnt dieſelben aus, macht feſte Subſtanzen flüßig, verflüchtigt die Theile der Körper und verwandlet ſie in elaſtiſche Materien. Hieraus läſt ſich folgern, daß der Wärmeſtof in ſeinem freyen Zuſtande ein äuſſerſt feines elaſtiſches Fluidum ſey, und gegen alle Stoffe eine ſtar-

ke Verwandſchaft habe oder ein Beſtreben äuſſere, ſich mit ihnen zu vereinigen.

Dieſer Wärmeſtof iſt auf unſerer Erde überall verbreitet. Da er alle Stoffe durchdringt, ſo iſt ein wärmeleerer Raum eben ſo wenig phyſiſch gedenkbar, als ein luftleerer Raum gedenkbar wäre, wenn es keine für die Luft impermeable Gefäße gäbe. Es iſt alſo unmöglich, eine abſolute Kälte hervorzubringen, und jeder Körper behält bey allen möglichen Verminderungen ſeiner Wärme immer noch einen ihm eignen Wärmegehalt. Es kan hier nur vom Mehrern und Mindern die Rede ſeyn, von Zuſtänden, die unaufhörlich wechſeln, da bey der großen Beweglichkeit des Wärmeſtofs, ſeinem ſteten Streben nach Mittheilung und der immer veränderten Einwirkung der Sonnenſtralen, die Temperatur der Körper alle Augenblicke geändert wird.

Dennoch iſt der Wärmeſtof eine irdiſche Materie. Man hat keine Urſache, ſeinen Urſprung aus der Sonne herzuleiten, da die Sonnenſtralen ihn nicht herbeyführen, ſondern nur erregen, wenn er ſchon vorher in den Körpern befindlich iſt. Mithin werden ihm wohl auch die Eigenſchaften aller irdiſchen Stoffe, unter andern Schwere und Anziehung, zukommen.

Seine Schwere hat doch ſchon Boerhaave (Elem. Chym. I. 175 & 306.) bezweifelt, weil im ganzen Weltraume das Feuer gleichförmig verbreitet ſey, da es ſich durch die Wirkung der Schwere um die Weltkörper herum würde verdichten müſſen. Daher ſey glaublich, daß es blos Elaſticität beſitze, und nach keiner beſtimmten Gegend beſonders getrieben werde (Ignem forte non eſſe gravem, ſed *indeterminatum ad ulla loca.* Hinc ergo ex ſe non habere vim, niſi aequabiliter ſe expandendi quaquaverſum, *ſine particulari in ullam plagam determinatione*). Dies gründet ſich aber blos auf Boerhaave's willkührlich angenommenen Begrif eines mechaniſch wirkenden Elementarfeuers ohne Anziehung und Verwandſchaften. Dagegen haben andere bey Abwägung glühender oder ſtark erhitzter Körper eine wirkliche Vermehrung des Gewichts durchs

Feuer bemerken wollen, ſ. Feuer (Th. II. S. 217). Man kan zu ihnen noch Buffon zählen, welcher in großen Maſſen Eiſen, die zum Weißglühen gebracht und geſchmiedet wurden, eine Gewichtszunahme zu finden glaubte. Andere Verſuche aber ſcheinen eher das Gegentheil anzugeben. So fand ſchon Candidus Buono zu Florenz die Schale einer empfindlichen Wage leichter, wenn man ihr ein glühendes Eiſen näherte, das Eiſen mochte über oder unter die Wagſchale gehalten werden. Das erklärt aber Kraft (Praelect. in Phyſ. P. I. §. 163.) ſehr gut aus der Expanſion der Wagſchale durch die Hitze, wobey ſie mehr Luft, als vorher, aus der Stelle treibt, alſo mehr am Gewichte verliert. Muſſchenbroek (Introd. To. II. §. 1581.) fand auch glühendes oder geſchmolzenes Zinn und Bley, in der Luft gewogen, leichter, als kaltes, und ſchließt daraus, man könne aus ſolchen Abwägungen gar nichts folgern. Es kömmt darauf an, ob die Ausdehnung durch die Hitze den Gewichtsverluſt in der Luft mehr vergrößert, als ihn die Erhitzung und Ausdehnung der Luft ſelbſt vermindert. Nach Verſchiedenheit der Umſtände kan bald dieſes, bald jenes mehr betragen. So bemerkt Boerhaave (Elem. Chem. I. 244.), von zween gleichwiegenden Metallſtäben werde der eine leichter, wenn man eine glühende Kohle über ihn, ſchwerer, wenn man ſie unter ihn halte. Im erſten Falle nemlich wird die obere Luft verdünnt, und die untere hebt nun den Stab ſtärker, im andern Falle geſchieht das Gegentheil. Die neuſten Verſuche dieſer Art ſind die von Fordyce (Philoſ. Trans. Vol. LXXV. 1785. P. II. no. 21. und im Gothaiſchen Magazin für das Neuſte ꝛc. IV. B. 4 St. S. 49 u. f.). Dieſer engliſche Gelehrte fand nicht nur Gold bey ſtarker Erhitzung leichter, als ſonſt, ſondern er bemerkte auch an 1700 Gran Waſſer, die er in einem hermetiſch verſchloßenen Gefäße, bey einer Temperatur von 32 Grad nach Fahrenheit, zu Eis frieren ließ, bey der Gefrierung eine Gewichtszunahme von $\frac{1}{16}$ Gran. Eben dieſen Verſuch haben de Morveau, Gouvenain und Chauſſier zu Dijon (Journal de phyſ. Octobr. 1785.) mit gleichem Erfolge wiederholt, auch zwey Pfund Vi-

triolöl gefroren um drey Gran ſchwerer, als im flüßigen Zuſtande, gefunden.

Auf dieſe Verſuche gründet Herr D. Gren (Grundriß der Naturlehre, §. 427. Syſtem. Handbuch der geſammten Chemie, Th. I. §. 295.) die Behauptung, daß der Wärmeſtof nicht nur ganz ohne Schwere, ſondern ſogar abſolut leicht, oder vielmehr negativ ſchwer ſey, d. i. von der Erde abwärts ſtrebe, und das Gewicht der Körper durch ſeinen Beytritt vermindere. Ich habe an mehrern Stellen dieſes Wörterbuchs (ſ. **Maſſe** Th. III. S. 145. 146. **Phlogiſton**, Th. III. S. 473. **Verbrennung**) erklärt, wie unwahrſcheinlich ich das Daſeyn negativ ſchwerer Materien finde. Sehr ausführlich und gründlich iſt daſſelbe von Herrn Profeſſor **Hindenburg** (Progr. quo oſtenditur, calorem et phlogiſton non eſſe materias abſolute leves. Lipſ. 1790. 4.) beſtritten worden, welcher deutlich zeigt, daß ſo ſchwankende Verſuche gar nichts dafür beweiſen können; daß das Aufwärtsſteigen der Wärme im luftleeren Raume ſich eben ſo aus der Schwere und Elaſticität des Wärmeſtofs erklären laſſe, wie das Aufwärtsdrücken der Luft aus ihrer Schwere und Federkraft erklärt wird; daß es nicht genug ſey zu ſagen, ein Stof ſtrebe von der Erde abwärts, wenn man nicht angeben könne, **wohin** er ſtrebe; und daß, wie ſchon **Muſſchenbroek** erinnert, ein abſolut leichtes Feuer ſich endlich ganz vom Erdballe verlieren müſte. Ueberhaupt dürfen wir, da alle bekannte Stoffe ſchwer ſind, nach der Analogie und den Regeln der phyſikaliſchen Erklärungskunſt keinen eher für abſolut leicht annehmen, als bis uns offenbare und ganz entſcheidende Erfahrungen hiezu nöthigen. Bis jetzt ſcheinen dergleichen noch nicht vorhanden zu ſeyn. Herr **Pictet** (Eſſais de phyſique. à Geneve. 1790. To. I. ch. 2. überſ. **Pictets** Verſuch über das Feuer, a. d. franz. Tübingen, 1790. 8.) bringt zwar über das Aufwärtsſteigen der Wärme noch einen merkwürdigen Verſuch bey. Er erhitzte im luftleeren Raume die Mitte eines Meſſingſtabs durch ein Brennglas, und fand, daß allemal das obere Ende ſchneller und ſtärker erwärmt ward, als das untere, welches Ende auch nach oben ge-

kehrt ſeyn mochte. Er ſcheint daher auch geneigt, der Wärme eine *tendance anti-grave* beyzulegen. Aber da der Raum doch nicht abſolut leer ſeyn konnte, ſo muſte alles ſo erfolgen, wenn die darinn befindliche Materie noch ſpecifiſch ſchwerer, als der Wärmeſtof, war. Auch mochte vielleicht das unterſte Ende des Stabs dem wärmeentziehenden Körper der Luftpumpe näher ſeyn, als das obere, und daher ſeiner Wärme ſchneller und ſtärker beraubt werden. Am Ende läſt ſich das Aufwärtsſtreben ſogar aus der Schwere und Elaſticität des Wärmeſtofs ſelbſt erklären. Daß aber das Gewicht dieſes Stofs äuſſerſt gering und kaum bey irgend einem Verſuche merklich ſey, wird niemand in Zweifel ziehen.

Die **Verwandſchaft** oder beſondere Anziehung des Wärmeſtofs gegen andere Körper iſt unläugbar. **Boerhaave** ließ zwar ſein Elementarfeuer in die Zwiſchenräume der Körper ungehindert und ohne gegenſeitige Wirkung einſtrömen; aber wie wäre hiebey die Ausdehnung, Schmelzung, Verflüchtigung der Körper möglich, welche Wirkungen allemal der beſondern Natnr jedes Stoffes angemeſſen ſind, und offenbar von leichterer oder ſchwererer, lockerer oder genauerer, Verbindung mit dem Wärmeſtof zeugen? Man findet in dieſem Stoffe ein allgemeines Auflöſungsmittel, das, wie alle Menſtrua, durch die wirkliche Verbindung einen Theil ſeiner Auflöſungskraft verliert, bey völliger Sättigung dieſe Kraft gar nicht mehr zeigt, nach der Entbindung aber dieſelbe aufs neue äuſſert; eben ſo, wie Säuren durch Verbindung mit Laugenſalzen ihre Aetzkraft verlieren, und nach der Trennung von ſelbigen wieder zeigen. In dieſem gebundnen Zuſtande befindet ſich allemal derjenige Wärmeſtof, welcher Materien flüßig, dampfförmig oder luftförmig macht. Reiſſende Bewegung allein, nach dem mechaniſchen Syſtem, kan hier nichts erklären: um die Phänomene gehörig zu ordnen, und auf beſtimmte Geſetze zu bringen, muß man die Sprache der Chymiker reden, und dem Wärmeſtoffe Wahlverwandſchaften beylegen. Es ſoll zwar auch hierdurch nichts erklärt werden, ſ. **Verwandſchaft**; aber die Vorſtellungsarten und Aus-

drücke werden doch weit einfacher, andern Erklärungen analoger, und der Sache angemeſſener, als diejenigen, die man etwa aus dem Vibrationsſyſtem, oder ſonſt blos aus Stoß und Bewegung des Wärmeſtofs, hernehmen könnte. Die Wirkungen der Wärme werden nun eben das, was die Wirkungen aller andern Auflöſungsmittel ſind.

Freye Wärme. Mittheilung und Umherſtralung derſelben.

Freye, fühlbare, empfindbare Wärme iſt diejenige, welche auf Gefühl und Thermometer wirkt. Die Menge des vorhandenen freyen Wärmeſtofs vertheilt ſich unter die Körper nach eben den Geſetzen, nach welchen ein jedes gemeinſchaftliche Auflöſungsmittel auf mehrere in ſelbiges eingetauchte Stoffe wirkt, mit denen es in verſchiedenen Graden verwandt iſt. In ſolchen Fällen empfängt und nimmt jeder Stof ſoviel, als dem Grade ſeiner Affinität und der vorhandenen Menge des Auflöſungsmittels gemäß iſt, und erſt dann kan Ruhe und Gleichgewicht ſtatt finden, wenn die reſpective Sättigung erreicht iſt, d. h. wenn jeder von der vorhandnen Menge gerade den Theil hat, der mit ſeiner beſondern Verwandſchaft gegen das gemeinſchaftliche Auflöſungsmittel im Verhältniße ſteht. Bringt man alsdann einen neuen Körper hinzu, der ſeiner Affinität nach einen verhältnißmäßig geringern oder größern Antheil vom Auflöſungsmittel bey ſich hat, ſo wird derſelbe von den übrigen ſoviel annehmen, oder an ſie abgeben, bis auch er gerade den Antheil hat, der ihm ſeiner Affinität gemäß an der jetzt vorhandenen Menge zukömmt. Eben ſo iſt es mit der freyen Wärme. Sie vertheilt ſich auf eben die Art unter jedes Syſtem von Körpern. Bringt man nun ein Thermometer hinzu, ſo nimmt auch dieſes ſeinen zum Gleichgewicht erforderlichen Antheil an. Dieſer iſt natürlich immer eben derſelbe, das Thermometer mag dieſen oder jenen Körper des ganzen Syſtems berühren. Es wird alſo bey allen einerley Grad oder **Temperatur** zeigen, wenn nur alle im Gleichgewichte ſind.

Daher kan man dieſes Geſetz der Mittheilung ſo ausdrücken: **Alle Körper eines Syſtems gelangen über lang oder kurz zu gleicher Temperatur**, bey der ſie alle das Thermometer auf einerley Grad bringen, oder jeder Körper nimmt endlich die Temperatur ſeines Mediums an, z. B. der Luft, in der er liegt.

Man ſieht gleich, daß man hieraus noch nicht ſchließen dürfe, jeder Körper erhalte in gleichem Volumen (wie **Boerhaave** glaubte) oder bey gleicher Maſſe gleich viel **abſolute Menge** freyer Wärme. Dieſe abſolute Quantität deſſen, was er bis zur reſpectiven Sättigung in ſich nimmt, richtet ſich nicht nach dem Raume, auch nicht nach der Maſſe allein, ſondern nach ſeiner beſondern Anziehung oder Empfänglichkeit für freyen Wärmeſtof. Dieſe Empfänglichkeit bey gleicher Maſſe, oder nach andern, bey gleichem Volumen, iſt nun das, was die Phyſiker mit den Namen **ſpecifiſche Wärme, comparative Wärme, Capacität** der Stoffe für die Wärme, bezeichnen, und wovon ich unter dem beſondern Artikel: **Wärme, ſpecifiſche**, handlen will.

Bey einem und eben demſelben Stoffe kan man wohl nichts anders annehmen, als daß gleiche Theile deſſelben ſowohl dem Raume, als der Maſſe nach (welches hier beydes übereinſtimmt), gleich viel abſolute Wärmemenge erhalten oder in ſich zu nehmen ſtreben, ſo lang der Körper ſeinen feſten, flüßigen, dampfförmigen Zuſtand ꝛc. nicht ändert. Daher nimmt man in zwey Maaßen oder Pfunden Waſſer, Queckſilber ꝛc., wenn es durchaus gleiche Temperatur hat, doppelt ſo viel abſolute Wärme an, als in 1 Maaß oder 1 Pfund dergleichen.

In der hier erwähnten Mittheilung freyer Wärme beſteht die Erwärmung oder Erkältung durch berührende Körper. Sie geſchieht nicht plötzlich, ſondern durch allmähligen Uebergang, deſſen Stärke von der Capacität und wärmeleitenden Kraft der Körper abhängt. Bleiben dieſe beyden Umſtände ungeändert, ſo **verhält ſich die Abnahme oder Erkältung des wärmern Körpers, wie ſeine Wärme**, oder nach **Richmann** wie der Ueber-

ſchuß ſeiner Temperatur über die Temperatur des kältern. Das erſte Geſetz, welches Newton (Philoſ. Trans. 1701. num. 270. und in Princip. L. III. Prop. 8. Coroll. 4. ed. PP. *Jacquier* & *le Sueur* not. o.) angenommen hat, ſtimmt ganz gut mit dem allgemeinen Geſetze chymiſcher Zerſetzungen überein, nach welchem die letzten Antheile im Verhältniße ihrer geringern Menge immer ſchwerer zu trennen ſind. Obgleich Martine (Diſſ. ſur la chaleur. Par. 1751. p. 69. ſqq.) Einwendungen gegen die phyſiſche Wahrheit dieſes Geſetzes gemacht hat, ſo fand es doch Lambert mit den Erfahrungen ſehr übereinſtimmend, und hat darauf ſeine ſchöne Theorie der Erwärmung gegründet. Dieſem Geſetze gemäß nimmt die Wärme in gleichen auf einander folgenden Zeiten in geometriſcher Reihe ab, und die Wärmen verhalten ſich umgekehrt, wie die Zahlen, wenn ſich die Zeiten, wie die Logarithmen, verhalten u. ſ. w. Inzwiſchen iſt dieſes Geſetz nicht völlig erwieſen, und Erxlebens Erfahrungen ſcheinen ihm zu widerſprechen, ſ. Erkaltung (Th. II. S. 85).

Was Boerhaave und Muſſchenbroek annehmen, daß die Erkältung durch verſchiedene Körper ſich, wie die Dichte, verhalte, iſt offenbar falſch, wie Martine, Lambert und Buffon gezeigt haben. Es kömmt nicht auf Dichte allein, ſondern überhaupt auf Capacität und Fähigkeit, die Wärme zu leiten, an. Ein glühendes Eiſen und Waſſer erkalten im luftleeren Raume ſchneller, als an der Luft, (wiewohl neuere Verſuche eher das Gegentheil lehren). Beym Waſſer könnte wohl die ſchnellere Verdünſtung viel dazu beytragen; beym Eiſen aber ſähe man daraus deutlich, daß die Expanſionskraft der Wärme im ſehr verdünnten Mittel ungehinderter wirke, oder mit andern Worten, daß luftleerer Raum die Wärme beſſer leite, als es die Luft thut.

Die Hitze eines hellglühenden Kohlenfeuers läßt ſich durch Hohlſpiegel auffangen, und in einen wahren zündenden Brennraum ſammlen. Verſuche hierüber hat man ſchon von du Fay (Sur quelques experiences de Catoptrique in Mém. de l' acad. des ſc. 1726). Caſſini (Mém.

1747. p. 25.) ſchlägt vor, dem Brennſpiegel einen ebnen oder kleinen Hohlſpiegel gegenüber zu ſtellen, um in dem nunmehrigen Brennraume Metalle im Schmelztiegel flieſſend zu erhalten. Die neuſten Verſuche dieſer Art hat Pictet (Verſuch über das Feuer, Cap. 3.) angeſtellt. Er ſtellte zween zinnerne Brennſpiegel einander gegenüber, ſetzte den heiſſen Körper in den Brennpunkt des einen, und das Thermometer in den des andern, wo ſich die von jenem parallel ausgegangenen Stralen wieder ſammlen muſten. Eine heiſſe eiſerne Kugel, eine Lichtflamme und ſiedendes Waſſer erhitzten das 11 Fuß, 5 Zoll weit entfernte Luftthermometer merklich. Ein Spiegelglas zwiſchen beyde Spiegel gehalten, warf mit der ſpiegelnden Seite faſt alle Wärme zurück, mit der belegten ließ es einige durch, und viel, wenn dieſe Seite geſchwärzt war (auch etwas, wenn die Spiegelſeite gegen den heiſſen Körper gekehrt war). Mit einer gläſernen Brennlinſe hingegen kan durch Kohlenfeuer zwar Licht, aber keine Wärme im Brennraume hervorgebracht werden. Die Hitze ſcheint demnach den Geſetzen des Lichts zwar in Rückſicht auf Zurückſtralung, nicht aber in Rückſicht auf Brechung zu folgen; es müſte ſich denn ſo etwas zeigen, wenn man die brechende Linſe aus einer Materie machte, welche für die Wärme ſo permeabel wäre, wie es das Glas fürs Licht iſt, nach Pictets Vorſchlage etwa aus mattem Silber.

Man hatte dergleichen Verſuche längſt gekannt, ohne auf den merkwürdigen Unterſchied zu ſehen, der ſich hier zwiſchen Wärme und Licht zeigt. Scheele (Von Luft und Feuer, S. 57.) bemerkte zuerſt, daß ſich die Wärme eigentlich auf zweyerley Art fortpflanzt, einmal durch eine allmählige langſame Mittheilung an das umgebende Medium, nach den gewöhnlichen Geſetzen; dann aber auch, wenn ſie in Menge vorhanden iſt, durch eine Losreißung vermöge ihrer Expanſionskraft, welche ſie in geraden Stralen fortführt, ohne daß ſie ſich mit der Luft verbinden und von ihr aufgenommen werden kan, bis ſie endlich in einiger Entfernung dennoch in der Luft gleichſam zerfließet. Die letzte Art der Fortpflanzung unterſchied Scheele ſehr

richtig von der Mittheilung, gab ihr den Namen der **Umherſtralung** (Radiatio), und nannte die ſo bewegte Wärme **ſtralende Hitze** (calor radians, *chaleur radiante).*

Dieſes Stralen der Wärme ſcheint überall ſtatt zu haben, wo freyer Wärmeſtof in überflüßiger Menge vorhanden iſt, und von dem erhitzten Körper und dem umgebenden Mittel nicht völlig aufgenommen werden kan. Vielleicht iſt das, was man im kochenden Waſſer wie Fäden aufſteigen ſieht, und ſonſt für Feuer hielt (ſ. **Sieden**), nichts anders, als eine von dieſer ſtralenden Hitze verurſachte Bewegung. **Scheele** glaubte, dieſe Hitze beſtehe aus Feuerluft und Phlogiſton, und verwandle ſich durch Verbindung mit mehrerm Phlogiſton in Licht. In Herrn **de Lüc** Syſtem, ſ. **Feuer** (Th. II. S. 225.), wo das Licht für das Vehikel (*fluide deferent*) des Feuers angenommen wird, führt daſſelbe die Subſtanz des Feuers nach ſeinen Geſetzen, alſo in geraden und unter gleichen Winkeln reflectirten Stralen, mit ſich fort; wenn aber beyde einen durchſichtigen Körper antreffen, ſo geht das Licht hindurch, das Feuer hingegen bleibt entweder an der Fläche des Körpers, oder es wird mit einem Theile des Lichts reflectirt. Nach **Elliots** Meinung, die auch **Baader** annimmt, geht die Wärme durch den Zuſtand der ſtralenden Hitze in Licht über, ſo wie ſich Licht, wenn es von den Körpern angenommen und aufgelöſet wird, wieder in Wärmeſtof verwandlet. Aber wir ſind mit dem wahren Verhältniße zwiſchen Licht und Wärme noch viel zu unbekannt, als daß wir Fragen dieſer Art entſcheiden könnten.

Pictet ſagt ſehr gut, wo die (freye) Wärme nur Poren antreffe, ſey ſie ſtralend, wo ſie Materie finde, mitgetheilt oder fortgepflanzt (*propagée*). Uebrigens fand er die ſtralende Hitze ſo ſchnell, daß ihm ihre Fortpflanzung bis auf 69 Fuß weit nur augenblicklich (*inſtantanée*) dünkte. Sonderbar kam es ihm vor, daß ſeine Spiegel auch die Kälte reflectirten, die er im Brennpunkte durch Eis und Scheidewaſſer hervorbrachte. Das iſt aber, (wie er nach einigem Ueberdenken bald fand) nicht etwa eine eigne ſtralende Kälte, ſondern die Wärme des Thermometers,

die nach dem Eiſe hin reflectirt wird, und ſchneller dahin abgeht, weil ſie auf dieſem Wege ihr Grab eher findet.

Wärmeleitendes Vermögen der Körper.

Nicht alle Körper leiten die freye Wärme gleich leicht durch ihre Subſtanz. Man hatte ſonſt die Meinung, dichtere Körper leiteten ſie ſtärker und beſſer, als lockere, weil ſie an der nemlichen Berührungsfläche mehr Maſſe enthalten, und dem Wärmeſtof mehr Berührungspunkte zur Mittheilung darbieten. Daraus erklärte man, warum ſich Metalle und Steine kälter anfühlen, als Holz oder Tuch von eben derſelben Temperatur, weil ſie nemlich unſerm wärmern Körper in gleicher Zeit mehr Wärme rauben. Aber dieſes Geſetz iſt bey weitem nicht allgemein.

Franklin (in *Rozier* Journal de phyſ. Octobr. 1773. p. 276, im Auszuge in Crells chem. Annalen. 1784. 7 St. S. 61.) und **Achard** (Mém. de l' acad. de Berlin 1779. und im Gothaiſchen Magazin für das Neuſte ꝛc. II. B. 2 St. S. 39 u. f.) haben bemerkt, daß die beſten Leiter der Electricität zugleich auch die beſten Leiter der Wärme ſind. Metalle erhitzen und erkälten ſich am ſchnellſten, die Holzarten langſamer, Glas und Harze am ſpätſten. **Buffon** fand, daß Flüßigkeiten überhaupt beſſer leiten, als feſte Körper, wovon wohl der mehrere Gehalt gebundener Wärme in den erſtern die Urſache ſeyn mag. Eis und Schnee leitet alle Wärme unter 0; die über 0 freylich nicht, weil es ſie bindet, und dadurch ſchmelzt. Wenn es aber geſchmolzen, alſo flüßiges Waſſer iſt, ſo leitet es auch dieſe.

Aus dieſer leitenden Fähigkeit erklären ſich viele alltägliche Erſcheinungen. Wenn man ein Stück Gold und ein Stück Holz von gleicher Geſtalt und Größe zugleich in eine Lichtflamme hält, ſo iſt man viel eher gezwungen, das Gold hinweg zu werfen, als das Holz, wenn gleich das letztere am andern Ende mit heller Flamme brennt. Darauf beruht auch die Tauglichkeit warmhaltender Stoffe, des Pelzwerks, der Wolle, der Federbetten, denen **Muſſchenbroek** vergebens eine Fähigkeit beyzulegen ſucht, die Schwingungen der

Wärme länger zu unterhalten. Sie ſind ſchlechte Leiter der Wärme des Körpers, die ſich daher in ihnen anhäuft. Feuchte neblichte Luft leitet die Wärme beſſer, und macht uns daher die Kälte empfindlicher, als eine trokne, im Grunde weit kältere Luft u. ſ. w. So läſt ſich leicht begreifen, daß unſer Gefühl ein ſchlechtes Maaß der fühlbaren Wärme der Luft und anderer Körper ſeyn würde, die uns weit kälter ſcheinen, wenn ihre Leitungskraft ſtärker iſt, und ſie uns unſere Wärme ſchneller rauben. Aufs Thermometer hingegen hat dies weiter keinen Einfluß, auſſer daß daſſelbe ſchneller oder langſamer zu dem gehörigen Grade gelangt.

Des Ritter Thompſon Verſuche über die wärmeleitende Kraft verſchiedener Materien findet man bey Gren (Grundriß der Naturlehre §. 425). Nach ihnen iſt dieſe Kraft

beym Queckſilber	1000
feuchter Luft . .	330
Waſſer	300
trokner Luft . . .	80
luftleerem Raume	55

Noch mehr Verſuche hierüber mit der Beſchreibung eines eignen Apparats findet man beym Pictet (Cap. 4. 5. 6.)

Bindung und Entbindung des Wärmeſtofs.

Körper von verſchiedener Art enthalten, bey gleichen Maſſen und Temperaturen, ungleiche Mengen von Wärmeſtof, z. B. 1 Pfund Waſſer ein und zwanzig mal mehr, als ein Pfund Queckſilber, ſ. Wärme, ſpecifiſche. Eben die Menge Wärme alſo, die mit Queckſilber verbunden, ſtark auf Gefühl und Thermometer wirkt, wird, mit Waſſer verbunden, 21mal ſchwächer auf beydes wirken; weil man mit dem Waſſer 21 mal mehr verbinden muß, um erſt eine gleiche Wirkung zu erhalten. Nennt man nun einen Stof in dem Zuſtande gebunden, in welchem ſich ſeine Wirkſamkeit gegen andere ganz oder zum Theil verbirgt und nicht durch die ſonſt gewöhnlichen Kenn-

zeichen ſichtbar wird (weil ſie nemlich ſchon auf die Materien, mit denen der Stof verbunden iſt, verwendet wird, alſo natürlich nicht ſo viel auf andere Körper wirken kan, als im freyen verbindungsloſen Zuſtande), ſo kan man in dieſer Bedeutung des Worts ſchon bey der gewöhnlichen Mittheilung der Wärme **Bindung** derſelben finden, und richtig ſagen, daß 1 Pfund Waſſer 21 mal mehr Wärme binde und unwirkſam mache, als 1 Pfund Queckſilber.

In dieſem Sinne findet eine ganz freye Wärme faſt gar nicht ſtatt; denn die Verwandſchaften des Wärmeſtofs gegen die Körper ſind ſo allgemein verbreitet, daß er überall ein Medium antrift, auf das er durch Ausdehnung wirkt und mit dem er ſich verbindet. Was wir alſo freyen Zuſtand der Wärme nennen, iſt nur geringere Stufe ihrer Bindung, welche das Beſtreben nach Gleichgewicht nicht aufhebt, vielmehr durch die bloße Berührung eines kältern, zu wenig enthaltenden Körpers getrennt werden kan. Nur allein die ſtralende Hitze kömmt dem nahe, was in dieſer Bedeutung freye Wärme heiſſen könnte.

Stoffe von einerley Art halten bey gleichen Maſſen und Temperaturen gleiche Mengen von Wärmeſtof. Dies ſieht man als Grundſatz an, da nicht die mindeſte Urſache da iſt, das Gegentheil anzunehmen. Doch gilt dieſer Grundſatz nur, ſo lang ſich die Form der Aggregation dieſer Stoffe nicht ändert. Ebenderſelbe Stof nemlich kan nach den verſchiedenen Graden ſeiner Verbindung mit der Wärme in feſter, flüßiger, dampfförmiger oder luftförmiger Geſtalt erſcheinen, wie ſich z. B. das Waſſer als Eis, tropfbares Waſſer, Waſſerdampf und Luftgattung zeigen kan. Bey Stoffen, die ſolcher Uebergänge fähig ſind, gilt der angeführte Grundſatz nur, ſo lange ſie die vorige Form behalten; in jeder neuen Form halten ſie bey gleichen Maſſen und Temperaturen mehr oder weniger Wärme, als in der vorigen. In dem angenommenen Sinne kan man alſo ſagen, daß ſie beym Uebergange aus einer Form in die andere freye Wärme binden oder gebundene freylaſſen. Dieſe Ausdrücke ſind ſehr bequem, und ich will jetzt in denſelben die Geſetze dieſer Veränderungen anzeigen. Wem ſie nicht

gefallen, der kan für Bindung, Vermehrung, für Entbindung, Verminderung der Capacität, ſpecifiſchen oder comparativen Wärme, ſetzen.

1. Wenn feſte Körper in den Zuſtand der Flüſſigkeit übergehen, ſo binden ſie mehr Wärmeſtof: wenn flüßige feſt werden, ſo entbindet ſich aus ihnen fühlbare Wärme.

Herr de Lüc (Unterſ. über die Atmoſph. Th. I. §. 438 e — g. Neue Ideen über die Meteorologie §. 179.) ließ im Winter von 1754 — 1755 Waſſer in Trinkgläſern, worein er Thermometer geſtellt hatte, gefrieren und bis unter den Eispunkt erkalten. Als er dieſes Eis ans Feuer brachte, ſtiegen die Thermometer bis an den Eispunkt, aber nicht höher, ſo lang noch eine Eisrinde um ihre Kugeln vorhanden war. Alle übrige fühlbare Wärme ward vom ſchmelzenden Eiſe verſchluckt und gebunden, ohne auf die Thermometer wirken zu können. Faſt zu gleicher Zeit machte D. Black in Edinburgh dieſe Entdeckung, die er ſchon 1757 in ſeinen Vorleſungen vortrug, ohne ſie doch öffentlich bekannt zu machen. Er beſtimmte durch eine ſchöne Experimentaluntersuchung, welche Crawford nachher in ſeinen Verſuchen und Beobachtungen ꝛc. angeführt hat, daß eine Maſſe Eis von 32 Grad Temperatur nach Fahrenheit mit einer gleichen Maſſe Waſſer von 172 Grad vermiſcht, ganz ſchmelze, und die Miſchung doch nur die Temperatur von 32 Grad behalte, daß alſo 140 Grad Wärme blos aufs Schmelzen verwendet, und im flüßigen Waſſer gebunden werden.

Dieſe Entdeckungen blieben lange Zeit unbemerkt, bis Herr Wilke im Jahre 1772, ohne von ſeinen Vorgängern etwas zu wiſſen, das nemliche fand (ſ. Schwed. Abhandl. 34 B. S. 93. ingl. Neue ſchwed. Abhandl. Jahr 1782. II. Th.), und es mit der richtigen Erklärung zuerſt öffentlich bekannt machte. Er beſtimmte die Wärme, welche beym Schmelzen des Schnees fürs Thermometer verlohren geht, auf 72 Grad der ſchwediſchen Scale, (129$\frac{3}{5}$ oder faſt 130 Grad nach Fahr.), alſo etwas geringer, als nach Blacks Verſuchen. Dieſe 72 Grad, ſagt er, gehen nur aufs

Schmelzen, darnach verhält ſich (geſchmolzenes) Eis und Schnee, wie eiskaltes Waſſer, und verſtattet der übrigen Wärme, ſich gleichförmig durch die ganze Maſſe zu vertheilen.

Wenn man alſo in Richmanns beym Worte Feuer (Th. II. S. 219.) angeführter Formel unter a und b die Maſſen des Waſſers und Schnees, unter m, n ihre Temperaturen verſteht, und n = 0 iſt, ſo hat die Miſchung nicht, wie die Formel erforderte, $\frac{ma}{a+b}$, ſondern $\frac{ma-72b}{a+b}$ Temperatur an der ſchwediſchen Scale. Wenn $ma = 72b$, ſo wird die Temperatur = 0, oder die ganze Miſchung bleibt eiskalt. Weil m an freyer Luft nicht größer, als die Siedhitze oder 100 Grad, werden kan, ſo kan in dieſem Falle b nicht größer, als $\frac{100a}{72}$ oder $1\frac{7}{18}a$, werden, d. h. ſelbſt ſiedendes Waſſer kan nur etwa $1\frac{1}{3}$ ſo viel Schnee, als ſein Gewicht beträgt, ſchmelzen. Wenn endlich $ma < 72b$, ſo gilt die Formel gar nicht mehr. Es wird nicht etwa, wie man vermuthen könnte, die Temperatur negativ, oder die Miſchung zum Gefrieren gebracht, ſondern es ſchmelzt nur ein Theil des Schnees, der am Gewichte $\frac{ma}{72}$ beträgt, das übrige bleibt ungeſchmolzen, und alles ſetzt ſich in die Temperatur = 0. Dies zeigt ganz offenbar, daß gerade nur ſo viel Wärme verlohren geht, als auf die Schmelzung verwendet wird.

Eben das zeigte ſich auch, wenn gleich Schnee und Waſſer nicht unmittelbar vermiſcht, ſondern nur blecherne Büchſen, eine mit eiskaltem Waſſer, die andere mit Schnee, worinn Thermometer ſtanden, in heiſſes oder kochendes Waſſer eingeſenkt wurden. Sobald das Thermometer in der Büchſe mit Waſſer 72 Grad erreicht hatte, ward die Schneebüchſe herausgezogen; das Thermometer in ihr zeigte noch 2 Grad, fiel aber, als der Schnee vollends ganz zergangen war, völlig bis 0, wo es ſtehen blieb.

Daß Wilke den Grad dieſer gebundenen Wärme etwas geringer, als Black anſetzt, wird nicht befremden, da die Erkältung durch die angewandten Gefäße bey allen Verſuchen verſchieden iſt, auch dem gebrauchten Schnee oder Eiſe allemal ſchon flüßiges Waſſer anhängt, welches zwar mit gewogen wird, aber zur Bindung der Wärme nichts beyträgt. Lavoiſier und de la Place finden auch weniger, als D. Black; Watt und de Lüc (Ideen über die Meteorol. §. 211.) im Durchſchnitte faſt eben ſo viel, als derſelbe.

Je ſchneller das Schmelzen geſchieht, deſto mehr fühlbare Wärme wird in gleicher Zeit verſchluckt oder gebunden. Daher kömmt die ſtarke und plötzliche Erkältung durch Schnee mit rauchendem Salpetergeiſt, wobey eine große Menge Schnee ſchnell geſchmolzen, und die dazu verwendete Wärme den berührenden Körpern entzogen wird. Eben dies iſt die Urſache, warum die kryſtalliniſchen Salze durch ihre Auflöſung im Waſſer oder mit Schnee und Eis Kälte erzeugen, weil dabey ſowohl das Salz ſelbſt, als auch deſſen Kryſtalliſationswaſſer in den flüßigen Zuſtand übergeht. Blagden (Philoſ. Trans. Vol. LXXVIII. P. II. und in Gren Journal der Phyſ. I. B. S. 395) zeigt, daß die gröſte mögliche Kälte, welche jedes Salz mit Schnee und Eis hervorbringen kan, diejenige ſey, bey welcher eine geſättigte Auflöſung eben dieſes Salzes im Waſſer gefrieret.

Wenn man ein feines Papier an die Seite eines glatten zinnernen Würfels ſo dicht anklebt, daß keine Luft dazwiſchen bleibt, ſo wird über der Lichtflamme das Papier nicht eher verbrennen, als bis das Zinn zum Schmelzen kömmt. Das Papier kan nemlich die zur Entzündung nöthige freye Wärme nicht erhalten, weil dieſelbe von dem berührenden Zinn verſchluckt wird, bis dieſes erſt in den flüßigen Zuſtand gebracht iſt. So hat Landriani (Del calor latente in Opuſc. fiſico-chem. p. 81.) die Kugel eines Thermometers mit Zinnfolie belegt, in Queckſilber getaucht, und durch die Auflöſung des Zinns im letztern das Thermometer zum Fallen gebracht.

Dieſer zum Flüßigwerden verwendete Wärmeſtof wird nun umgekehrt wieder frey, wenn flüßige Stoffe gefrieren oder erhärten. Dies iſt die Urſache, warum das gefrierende Waſſer immer die Temperatur Null (oder 32 fahrenh.) behält, wenn gleich die Luft weit kälter iſt. Es verliert zwar Wärme durch Mittheilung an die kältere Luft; aber in dem Maaße, in welchem es durch dieſen Verluſt gefrieret, entbindet ſich eben ſo viel Wärme aus dem feſtwerdenden Waſſer, wodurch jener Verluſt gerade erſetzt wird. Daher rührt alſo das Unveränderliche des Eispunkts. Man kan Waſſer, wenn es ruhig ſteht, bis unter den Eispunkt erkälten; wenn man es aber ſchüttelt, ſo gefriert es plötzlich, und treibt nun das Thermometer ſogleich auf den Eispunkt, ſ. **Eis** (Th. I. S. 677. 678). D. **Black** beſtätigte dieſe Entbindung der Wärme beym Gefrieren noch durch folgenden Verſuch. Ein Pfund Waſſer von 32 Grad und ein Pfund Schnee von 4 Grad Temperatur (nach Fahr.) ſollten der Regel nach eine Miſchung von 18 Grad geben, die alſo ganz gefroren wäre. Aber es gefriert nur $\frac{1}{5}$ des Waſſers, und die ganze Miſchung kömmt auf 32. Nemlich aus dem gefrierenden $\frac{1}{5}$ Pfund Waſſer werden 140 Grad Wärme frey, welche die Temperatur von 1 Pfund Schnee um $\frac{140}{5} = 28$ Grad erhöhen, alſo von 4 auf 32 bringen.

Dieſem Satze gemäß entbindet ſich Wärme, wenn ſich Salze aus ihren Solutionen kryſtalliſiren. Eine geſättigte Auflöſung des Glauberſalzes erkaltet ruhig, ſchießt aber plötzlich an, wenn man das Gefäß ſchüttelt, und in dieſem Augenblicke ſteigt auch darinn das Thermometer. Dieſe Wärme macht, daß kryſtalliſationsfähige Salzſolutionen ſpäter erkalten. Zerfallne Salze, die ihres Kryſtallenwaſſers beraubt ſind, ziehen das Waſſer begierig an, machen es feſt, und entbinden dadurch die auf ſeine Flüßigkeit verwendete Wärme. Daher erhitzen ſich dergleichen Salze mit Waſſer, z. B. zerfallnes Glauberſalz, zerfallnes Mineralalkali, gebrannter Gyps, Alaun und Kalk. Auf gleiche Art ſind die Erhitzungen der Bitterſalzerde, des Kochſalzes, Salpeters, der Laugenſalze mit Vitriolöl, der ätzenden fixen Laugenſalze mit Waſſer, der Oele mit den Säuren u. ſ. w. zu erklären.

Geſchieht der Uebergang in die feſte Form, oder die Verdickung, ſehr ſchnell und ſtark, ſo kan die entbundene Hitze bis zur Entzündung gehen, woraus die Selbſtentzündungen dabey begreiflich werden.

Schlechte Leiter der Wärme, z. B. Harze, Fette, Talg, Wachs, gerinnen darum ſo langſam, weil ihre noch flüßigen Theile die aus den geronnenen entbundene Wärme lang an ſich behalten.

Sogar bey Verdickungen flüßiger Stoffe entbindet ſich Wärme, z. B. bey Vermiſchung von Weingeiſt und Waſſer, Säuren und Waſſer, Habergrütze und Waſſer u. ſ. w.

2. **Wenn tropfbare Flüßigkeiten in Dämpfe übergehen, ſo binden ſie mehr Wärme: wenn ſich Dämpfe zu tropfbaren oder feſten Körpern verdichten, ſo entbindet ſich aus ihnen Wärme.**

Daß Ausdünſtung Kälte erregt, iſt eine längſt beſtätigte Thatſache, ſ. Ausdünſtung (Th. I. S. 212). Daß die Dämpfe des ſiedenden Waſſers an freyer Luft nie mehr, als 212 fahrenheitiſche Grade, Wärme zeigen, entdeckte **Black** durch Zufall, als er im papiniſchen Digeſtor eine Menge Waſſer weit über den Kochpunkt erhitzt hatte. Durch Oefnung des Hahns verwandlete ſich augenblicklich ein Theil davon in Dampf, und das Waſſer ſank ſogleich auf 212 Grad herab. **Crawford** führt noch den Verſuch an, daß, wenn 8 Pfund Eiſenfeile von 300 Grad Temperatur mit 1 Pfund ſiedendem Waſſer von 212 Grad vermengt werden, ein Theil des Waſſers plötzlich in Dampf aufſteigt, und das Gemenge ſowohl, als der Dampf, 212 Grad hat. Hiebey verliert das Eiſen 88 Grad Wärme, die aber die Temperatur des Waſſers nicht erhöhen, ſondern ganz auf die Verdampfung verwendet werden. Hierinn liegt nun der Grund der Unveränderlichkeit des Siedpunkts bey gleichem Drucke, ſ. Sieden, der Kühle an feuchten ſtark dünſtenden Orten, Abkühlung der Zimmer durch Waſſerſprengen, der Entſtehung des Hagels, und vieler andern Erſcheinungen. Herr **Gren** (Journ. d. Phyſ. II. B. S. 48 u. f.) fand, daß das Thermometer unter der Glocke der Luftpumpe fiel, wenn er die Luft auszog, wobey ſich bekanntermaſ-

ſen aus dem naſſen Leder und dem Körper der Pumpe ein merklicher elaſtiſcher Dampf erzeugt.

Watt hat durch einen eignen Apparat (ſ. de Lüc neue Ideen über die Meteorol. S. 249 u. f.) beſtimmt, die Menge Wärmeſtof, welche bey 28 $\frac{1}{8}$ pariſer Zoll Barometerhöhe im Dampfe des kochenden Waſſers gebunden wird, ſey auf 943 fahrenh. Grade zu ſchätzen. Um ſoviel nemlich würde ſie die Temperatur einer gleichen Menge Waſſers erhöhen, wenn daſſelbe der Verdampfung nicht unterworfen wäre.

Wenn die Verdünſtung, wie beym Aether, ſchnell und ſtark geſchieht, ſo bindet ſie auch viel Wärme, und veranlaſſet ſtarke Erkältung. Die Kälte beym Verdünſten des Aethers kan Waſſer zum Gefrieren bringen. Man könnte, ſagt Franklin, einen ganz nackenden, mit dieſer Flüßigkeit immer benetzten, und einem hinreichenden Luftzuge ausgeſetzten Menſchen mitten im Sommer und an der Sonne erfrieren machen.

Dieſer in den Dämpfen gebundene Wärmeſtof wird wieder frey, wenn ſich dieſelben verdichten. Daher erhitzen die Dämpfe bey Deſtillationen den Helm und die Röhre des Kühlgefäßes bey weitem ſtärker, als eine gleiche Menge ſiedenden Waſſers thun würde, ob gleich ihre Temperatur nicht viel höher iſt. Volta und Scopoli (Abhandl. über die Wärme, überſ. in Crells neuſten Entd. Th. 12. S. 47.) erklären hieraus, warum die Rauchfänge in den Badſtuben die Wände ſo ſehr erhitzen, und führen an, wenn man den Waſſerdampf in einem Recipienten durch ein mechaniſches Mittel zuſammendrücke, und ihn ſo zur Verdichtung nöthige, ſo entſtehe bald eine Hitze, welche die vorige Wärme des Siedpunkts bey weitem übertreffe.

3. **Wenn feſte, tropfbarflüßige oder dampfförmige Stoffe in Luftgeſtalt übergehen, ſo binden ſie mehr Wärme: wenn Luftgattungen ſich in feſte, flüßige oder dampfförmige Stoffe verwandlen, wird fühlbare Wärme entbunden.**

Dieſes Geſetzes erſter Theil läßt ſich nicht durch ſo unmittelbare und beſtimmte Abmeſſungen erweiſen, obgleich ſo viel klar iſt, daß die Luftgeſtalt blos durch innige Ver-

bindung mit einer großen Menge von Wärmeſtof entſteht; den zweyten Theil aber beſtätigen ſehr zahlreiche und ganz entſcheidende Verſuche. Durch Miſchung nitröſer und reiner Luft entſtehen Salpeterdämpfe, durch Miſchung ſalzſaurer oder flußſpathſaurer Luft mit reiner ſaure Dämpfe, durch ſalzſaure und flüchtig alkaliſche erzeugt ſich ein feſter Salmiak u. ſ. w., alles mit Erhitzung oder Entbindung freyer Wärme. Phosphorluft entzündet ſich bey Berührung der atmoſphäriſchen Luft, und das flüchtige Vitriolſalz (das ſich nach Herrn Grens Vermuthung zur luftförmigen Flüßigkeit expandirt) raucht bey Eröfnung der Flaſchen mit einer merklichen Wärme.

Die beyden erſten dieſer Geſetze brachten den D. Black in Edinburgh und D. Irwine in Glasgow zuerſt auf die Vorſtellung von gebundener, oder nach Blacks Ausdrucke, **latenter Wärme**, die als Urſache der Flüßigkeit und Dampfgeſtalt in den Körpern verborgen liege, und ſich nicht eher, als bey Veränderung dieſer Form, durch ihre gewöhnlichen Wirkungen auf Gefühl und Thermometer offenbare. **Crawford**, der auf dieſe Entdeckungen ſeine ſinnreiche Theorie der thieriſchen Wärme und Verbrennung baut (ſ. **Feuer**, Th. II. S. 218.), betrachtet dieſe latente Wärme nicht als chymiſch verbunden mit den Stoffen, weil ſie ſich ſchon durch bloße Berührung kalter Körper wiederum trennen läßt. Er bedient ſich daher der Ausdrücke, die Capacität oder comparative Wärme der Stoffe werde vermehrt oder vermindert. Waſſer hat nach ihm mehr Capacität, als Eis, Waſſerdampf mehr, als Waſſer, Luftgattungen mehr, als Dämpfe; jene nehmen mehr Wärme in ihre Zwiſchenräume auf, ohne ſich darum chymiſch mit ihr zu verbinden.

Aber wenn es erlaubt iſt, das **gebunden** zu nennen, was durch Verwendung ſeiner Wirkung auf andere Körper ſeiner gewöhnlichen Aeuſſerungen und Kennzeichen beraubt wird, ſo iſt dies wohl nicht mehr, als bloßer Wortſtreit. Alle Phänomene vereinigen ſich ſehr ſchön unter einen allgemeinen Geſichtspunkt, wenn man die Wirkungen der Wärme, nemlich Mittheilung, Ausdehnung, Schmelzung

Verflüchtigung, Lufterzeugung, alle zuſammen als Stufen der Auflöſung, und als Folgen der verſchiedenen Verwandſchaft mit den Körpern, betrachtet. Alsdann aber kan man jede Wärme gebunden nennen, welche durch Verwendung auf irgend eine höhere Stufe an der Ausübung deſſen gehindert wird, was ſie auf der niedrigern Stufe würde bewirkt haben.

Wer inzwiſchen durch **Bindung** und **chymiſche Vereinigung** im allerſtrengſten Sinne blos eine ſolche Combination verſtehen will, die nur durch eigentliche Wahlverwandſchaften wieder getrennt werden kan, der wird freylich den Wärmeſtof nur in den Luftarten allein, nicht in feſten, flüſſigen und dampfförmigen Stoffen, chymiſch gebunden finden. Denn nur mit jenen iſt er **permanent** vereiniget; dieſe verlieren ihn ſchon durch bloße Berührung kalter Körper, oder blos durch ſein Beſtreben nach Gleichgewicht, das man, als etwas mechaniſches, der chymiſchen Zerlegung entgegenſetzt. So betrachtet die Sache Herr **Pictet** (Verſuch über das Feuer, Cap. 1). Er will lieber vier Arten von Feuer oder Wärme, **freye, ſpecifiſche, latente** und **chymiſch gebundne**, unterſchieden wiſſen. Die ſpecifiſche will er nicht mit Crawford Capacität, lieber Affinität, noch lieber minderes Widerſtreben gegen freyes Feuer, nennen. Für die **latente** in geſchmolznen und verdampften Stoffen ſchlägt er die in der That ſehr ſchicklichen Namen **Flüßigkeitswärme** und **Vaporiſationswärme** vor, wie man Kryſtalliſationswaſſer ſage; chymiſch gebunden ſey die Wärme nur, wenn ſie einen wirklichen Beſtandtheil der Körper ausmache, und ihr Streben nach Gleichgewicht verlohren habe. Dieſe ſtrengere Eintheilung macht man doch nur darum, weil man die Mittheilung der Wärme als etwas blos mechaniſches anſieht. Aber ſie erfolgt ja auch nach beſondern Geſetzen, die ſich auf ſpecifiſche Wärme oder Affinität jedes Stoffes gründen. In der Wirklichkeit mögen überhaupt mechaniſche und chymiſche Wirkungen wenig von einander verſchieden ſeyn. Und bey der latenten Wärme ſehe ich vollends kein Bedenken, ſie gebunden zu nennen, ſo wie man ja auch das Kryſtallenwaſſer gebunden nennen kan.

Gegen Crawfords Erklärungen durch Capacität läſt ſich einwenden, daß Capacität nichts iſt, wenn man nicht damit den Begrif eines thätigen Stofs verbindet, für deſſen Wirkſamkeit die Capacität vorhanden iſt. Nimmt man nun den Wärmeſtof für einen ſolchen an, ſo läuft die ganze Idee von Capacität auf Grad der Verwandſchaft oder Anziehung gegen dieſen Stof hinaus, wodurch eine größere oder geringere Menge deſſelben im Gleichgewichte gehalten und eben dadurch ihrer anderweiten Thätigkeit beraubt wird. Und nun erklärt ſich aus dieſer Quantität wirkſamen oder unwirkſamen Stofs, d. i. aus freyer oder gebundner Wärme, alles, ohne daß man gerade die Idee von Capacität nöthig hat. Dieſe Betrachtung, die Herr de Lüc einigemal gegen Crawford anführt, bewog die Herren Lavoiſier und de la Place zu der Erfindung ihres Eisapparats, durch den man die ganzen Wärmemengen findet, welche die Stoffe bey verſchiedenen Temperaturen enthalten, ſ. den Artikel: **Wärmemeſſer**. Eben dieſer Gedanke zeigt auch, daß in vielen Fällen die Capacität allein nicht hinreicht, alles zu erklären, z. B. wenn viel Wärme plötzlich frey wird, wenn ſie ſich in einem Falle ſchneller, im andern langſamer entbindet, wenn ſich die abſoluten Mengen der Wärme anders, als die gefundenen Capacitäten, verhalten u. ſ. w. Man kömmt viel weiter, wenn man direct bey der Wärmemenge ſelbſt, als dem Hauptbegriffe, ſtehen bleibt. Herr de Lüc, deſſen Theorie der Wärme beym Worte **Feuer** (Th. II. S. 225 u. f.) vorgetragen iſt, hat eben dieſe Meinung, wie man dort S. 226 und 230 ſehen kan.

Daß die Luftgeſtalt der Materie von ihrer innigen Verbindung mit dem Wärmeſtof, oder von ihrer Auflöſung in demſelben herkomme, beweiſen die Verſuche von Lavoiſier (Opuſc. phyſ. et chym. To. III. 1783. 8.) und Achard (in Crells chemiſchen Annalen 1785. 4. 5. 6 St.). Die letztern zeigen, daß bey Ablöſchung glühender Stoffe in völlig luftleerem Waſſer allemal Luft erzeugt wird, und daß Waſſerdämpfe ſowohl, als eine große Menge anderer Dämpfe, wenn man ſie durch glühende Röhren gehen läſt,

ſich wirklich in Luftgattungen verwandeln. Ueberhaupt aber ſind Dampfgeſtalt und Luftform durch ſo unmerkliche Grenzen unterſchieden, daß bey der Verdichtung ſehr vieler Dämpfe der letzte Theil allemal permanent elaſtiſch bleibt. Die Dampfform läſt ſich alſo ſehr wohl als eine niedrigere Stufe der Auflöſung im Wärmeſtof anſehen, bey der die Bindung nur nicht ſo feſt iſt, als bey der Luftgeſtalt, ſ. **Dämpfe.** Mir ſcheint es nun ſehr einfach, die Schmelzung, ja ſelbſt die Ausdehnung feſter Körper durch die Wärme, und die Wirkung der letztern aufs Gefühl, als die niedrigſten Stufen eben dieſer Bindung anzuſehen, und ſie ſämmtlich als Wirkungen der Auflöſungskraft, Verwandſchaft oder Kauſticität des Wärmeſtofs zu betrachten. Das Gefühl der Wärme iſt doch ganz dem Gefühl ähnlich, welches ätzende oder ſtark auflöſende Mittel in unſerm Körper hervorbringen. Eben deswegen wollte man ja ſonſt in allen Aetzmitteln Feuer finden, ſ. **Kauſticität.**

Die Verbrennung beſteht in derjenigen Zerſetzung gewiſſer Körper durch den Wärmeſtof, welche nur bey einem hinlänglichen Grade der Erhitzung und beym Zutritte reiner Luft erfolgt, auch allezeit mit Licht und mit einer ſehr reichlichen Entbindung freyer Wärme begleitet iſt. Es iſt offenbar, daß hiebey complicirte Wahlverwandſchaften wirken. Wie aber dies eigentlich geſchehe, und in welchem Verhältniße dabey Wärmeſtof, Licht, reine Luft, und brennbare Stoffe ſelbſt, miteinander ſtehen, das wird auf ſehr verſchiedene Art erklärt, ſ. **Verbrennung.** Die Zukunft wird vielleicht hierinn noch manches aufklären, ſo wie überhaupt der ganzen Lehre von Wärme und Feuer noch eine große Kriſis bevorzuſtehen ſcheint.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 1524 ſqq.

Errleben Anfangsgr. der Naturlehre. 4te Auflage, durch **Lichtenberg.** Göttingen, 1784. 8. §. 417 u. f. an mehreren Stellen.

Gren Grundriß der Naturlehre. Halle, 1788. 8. §. 342. u. f.

Franz Xaver Baader vom Wärmeſtof, ſeiner Vertheilung, Bindung und Entbindung, eine Probſchrift. Wien und Leipzig, 1786. 4.

de Lüc neue Ideen über die Meteorologie, a. d. frz. Berlin, 1787. II. B. gr. 8. I. B. §. 115 u. f.

Gren Journal der Phyſik. Jahr 1790. II. B. 1ſtes Heft. S. 24 u. f.

C. F. Hindenburg Progr. quo oſtenditur, calorem et phlogiſton non eſſe materias abſolute leves. Lipſ. 1790. 4.

Marcus Auguſtus Pictets Verſuch über das Feuer, a. d. franz. Tübingen, 1790. 8.

Wärme, abſolute, ſ. **Wärmemeſſer.**

Wärme, ſpecifiſche, eigenthümliche (Wilke), comparative, Capacität für die Wärme (Crawford), wärmebindende Kraft (Baader), Calor ſpecificus, comparativus, Capacitas caloris recipiendi, *Chaleur ſpecifique, comparative, Capacité pour recevoir de la chaleur.* Mit dieſen erſt neuerlich in die Phyſik eingeführten Namen bezeichnet man das Verhältniß der Menge von Wärmeſtof, welche in einem Körper eine beſtimmte Veränderung ſeiner Temperatur hervorbringt, zu der Maſſe (oder nach andern, zu dem Volumen) des Körpers. Die Erfahrung hat nemlich gelehrt, daß nicht alle gleichwiegende (oder gleich große) Körper, wenn ſich ihre Temperaturen um gleich viel ändern ſollen, dazu gleich viel abſoluter Mengen von fühlbarer Wärme bedürfen; denn mancher wird durch weniger abſolute Wärme fürs Thermometer dennoch um eben ſo viel wärmer, als ein anderer durch mehr Wärme wird. Wenn alſo zween ſolche Körper einerley Temperatur haben, und an derſelben einerley Veränderung leiden, ſo ſchreibt man dem, der zu dieſer Veränderung doppelt ſo viel Wärmeſtof annehmen oder verlieren muß, als der andere, eine doppelt ſo große ſpecifiſche Wärme, oder doppelt ſo viel Capacität zu, als dem andern.

Dieſer Begrif iſt relativ. Man kan nicht ſagen, wie groß die ſpecifiſche Wärme des Queckſilbers an und für ſich ſey; man kan nur beſtimmen, wie ſie ſich zu der ſpecifiſchen Wärme eines andern Stoffes, z. B. des Waſſers, verhalte. Wenn z. B. erwieſen iſt, ein Pfund Queckſilber brauche, um vom Eispunkte bis auf 10 Grad erwärmt zu wer-

den, nur $\frac{1}{21}$ der Wärmemenge, welche ein Pfund Waſſer zu eben der Veränderung braucht, ſo iſt das Verhältniß der ſpeciſiſchen Wärmen bey den genannten Körpern = 1 : 21 (oder, wenn man die Vergleichung nach dem Volumen anſtellt, wo das Queckſilber, das mit 1 Pfund Waſſer gleichen Raum einnimmt, 14 Pfund wiegt, alſo 14 mal mehr Wärme braucht, = 14 : 21 d. i. wie 2 : 3).

Nimmt man aber die ſpeciſiſche Wärme irgend eines ſich immer gleich bleibenden Stofs, z. B. des Waſſers, zur Einheit an, ſo kan man jede andere durch eine Zahl ausdrücken. Die des Waſſers = 1 geſetzt, iſt die des Queckſilbers = $\frac{1}{21}$ (oder nach dem Volumen verglichen = $\frac{2}{3}$). Nach ſolchen Zahlen laſſen ſich alsdann auch die ſpeciſiſchen Wärmen unter einander ſelbſt vergleichen.

Wenn man die ſo ausgedrückte ſpeciſiſche Wärme eines Stofs (nach den Maſſen verglichen) durch die Zahl multipliciret, welche das eigenthümliche Gewicht dieſes Stofs (das Gewicht des Waſſers = 1 geſetzt) ausdrückt, ſo erhält man die Zahl, welche der ſpeciſiſchen Wärme, (nach dem Volumen verglichen) zugehört. Für Queckſilber z. B. iſt $\frac{1}{21} \cdot 14 = \frac{2}{3}$.

Daß man aus gleichen Thermometerſtänden oder gleichen Veränderungen derſelben nicht auf gleiche Mengen von Feuer oder fühlbarer Wärme (in Körpern von gleicher Maſſe oder Volumen) ſchließen dürfe, erinnerte ſchon 1772 Herr de Lüc (Unterſ. über die Atmoſph. II. Th. §. 973) mit dem Zuſatze, „daß er Gleichheit der Wärme in Körpern „von verſchiedener Natur für nichts anders halte, als für „eine gleiche Abneigung, Feuer aus ſich zu laſſen, oder „neues anzunehmen". Mithin iſt es eine richtige Bemerkung von Herrn Pictet, daß ſich die erſten Spuren des Begrifs von ſpeciſiſcher Wärme in Herrn de Lüc Schriften finden.

Verſuche, die hierauf hätten führen können, waren freylich ſchon längſt von Boerhaave (Elem. Chem. To. I. P. 2.), oder vielmehr auf Boerhaave's Veranſtaltung von Fahrenheit gemacht worden. Man vermiſchte gleiche Maſſen von verſchiedenen Temperaturen, und ſuchte die

Temperatur der Miſchung. Hiebey gieng der ſonderbare Fehler vor, daß man zu finden glaubte, die Wärme der Miſchung ſey die halbe Differenz der beyden Temperaturen der vermiſchten Maſſen, da ſie doch in der That ihre halbe Summe iſt. Inzwiſchen war dies blos ein Fehler der Verſuche oder ſonſt ein Mißverſtändniß, und **Richmann** fand nachher die wahre Regel durch ſeine Verſuche ſo, wie ſie beym Worte **Feuer** (Th. II. S. 219.) angegeben iſt. **Boerhaave** ließ unter andern auch Queckſilber und Waſſer (unter gleichem Volumen) vermiſchen, um die Vertheilung der Wärme unter beyde zu erfahren. Daraus ergab ſich, daß 3 Maaß Queckſilber und 2 Maaß Waſſer zuſammengegoſſen eben die Wärme geben, die gleiche Theile Waſſer zuſammengegoſſen geben, es mag das Queckſilber oder das Waſſer wärmer ſeyn. Hierinn liegt deutlich die Entdeckung, daß 3 Maaß Queckſilber eben ſo viel Wärme mittheilen, als 2 Maaß Waſſer. **Boerhaave** aber begnügte ſich, daraus zu folgern, daß ſich das Feuer nicht nach der Dichte der Körper vertheile, und fand am Ende in dieſem Verſuche ſogar eine Beſtätigung ſeines Satzes, daß die Vertheilung nach den Räumen geſchehe.

Das Verdienſt, die Geſetze der Vertheilung freyer Wärme unter verſchiedene Stoffe zuerſt genau unterſucht, und daraus den beſtimmten Begrif von ſpecifiſcher Wärme hergeleitet zu haben, gehört unſtreitig Herrn **Wilke**. Dieſer ſcharfſinnige Naturforſcher, der auf dieſe Entdeckung im Jahre 1772 bey ſeinen Verſuchen über die Kälte des Schnees beym Schmelzen gekommen war, giebt zur Beſtimmung der ſpecifiſchen Wärme (Neue Schwed. Abhandl. II. B. Leipzig, 1784. 8. S. 48.) folgende Methode an. Er taucht einen auf beſtimmten Grad erwärmten Körper in ein genau gleiches Gewicht eiskalten Waſſers, und erforſcht mit dem Thermometer die Wärme der Miſchung. Nun berechnet er durch **Richmanns** Regel, wie viel gleichwarmes Waſſer nöthig geweſen wäre, dem eiskalten Waſſer eben dem Wärmegrad zu geben, woraus ſich denn ergiebt, wie viel mehr oder weniger Wärme der Körper unter gleichem Gewichte und bey gleicher Temperatur mit dem Waſ-

ſer mittheile. Wenn z. B. ein Goldſtück von der Temperatur 100 Grad (nach der ſchwediſchen Scale) in gleichwiegendes eiskaltes Waſſer getaucht, dem Gemenge die Temperatur 5 Grad giebt, ſo zeigt die Regel, daß man ebenderſelben eiskalten Waſſermaſſe nur $\frac{1}{19}$ kochendes oder auf 100 Grad erhitztes Waſſer hätte beymiſchen dürfen, um in der Miſchung eben die Temperatur von 5 Grad zu erhalten. Denn das (Th. II. S. 219.) angegebene Verhältniß $\mu - n : m - \mu$ wird hier (wo $m = 100$; $n = 0$; $\mu = 5$) $= 5 : 100 - 5 = 1 : 19$. Mithin giebt $\frac{1}{19}$ Loth Waſſer ſchon ſo viel Wärme ab, als 1 Loth Gold bey gleicher Temperatur; und 1 Loth Waſſer giebt 19 mal mehr, als 1 Loth Gold. Ueberhaupt ſieht man, daß bey dieſer Methode (wo allemal $n = 0$ iſt) das geſuchte Verhältniß der Fähigkeit des Körpers gegen die Fähigkeit des Waſſers $= \mu : m - \mu$ wird, wenn m die Temperatur des eingetauchten Körpers, μ die Temperatur des Ganzen nach geſchehener Eintauchung oder Vermiſchung bedeutet.

Wilke unterſchied zuerſt zwiſchen dieſer verſchiedenen Fähigkeit, Wärme zu geben oder anzunehmen, in ſo fern ſie dem Stoffe der Körper überhaupt, ohne Rückſicht auf ihre Größe, eigen iſt, und in ſo fern dabey die Größe, oder das Volumen, in Betrachtung kömmt. In der letztern Rückſicht war ſie ſchon von mehrern Naturforſchern bemerkt worden, und ſo nannte er ſie **relative Wärme**; in der erſtern aber ſahe er ſie, als etwas dem Stoffe eigenthümliches an, und gab ihr daher den Namen **der ſpecifiſchen Wärme.**

Setzt man dieſe Wärmen beym Waſſer allezeit $= 1$, ſo iſt die ſpecifiſche Wärme des eingetauchten Stoffes $= \frac{\mu}{m - \mu}$. Die relative findet man daraus durch Multiplication mit der Zahl g, welche das eigenthümliche Gewicht dieſes Stoffes ausdrückt (das Gewicht des Waſſers gleichfalls $= 1$ geſetzt), daß alſo die relative Wärme $= \frac{\mu}{m - \mu} \cdot g$ iſt. So findet man fürs Gold die ſpecifiſche Wärme $= \frac{1}{19}$ die relative $= \frac{1}{19} \cdot 19 = 1$, oder der des Waſſers gleich.

Wilke fand durch ſeine Verſuche die ſpecifiſche Wärme eines jeden Stofs für alle Temperaturen zwiſchen Eis- und Siedpunkt ziemlich gleich groß, und ſchloß alſo, daß man ſie innerhalb dieſer Grenzen als beſtändig anſehen könne. Ohne beſondere Verſuche hierüber dürfte man dies nicht annehmen. Denn, wenn ſich gleich die Wärmemengen, welche nöthig ſind, ein Pfund Waſſer und ein Pfund Queckſilber von Null bis auf 5 Grad zu erheben, wie 21 zu 1 verhalten; ſo können doch diejenigen, welche man anwenden muß, um die nemlichen Stoffe von 80 bis 85 Grad zu erheben, vielleicht in einem größern oder geringern Verhältniße ſtehen. Die Verſuche zeigen aber in den angegebnen Grenzen keinen merklichen Unterſchied. Dürfte man vorausſetzen, daß eben dieſe Beſtändigkeit bis zu dem Grade fortdauerte, bey welchem die Körper ihrer ganzen Wärme völlig beraubt, oder abſolut kalt ſeyn würden; ſo ließen ſich dieſe Verhältniße der ſpecifiſchen Wärmen als Verhältniße der ganzen in den Körpern enthaltenen Wärmemengen betrachten. Aber man ſieht leicht, daß uns unſere in ſo enge Grenzen eingeſchloßenen Verſuche zu einer ſolchen Vorausſetzung nicht berechtigen können.

Inzwiſchen hatten D. Black in Edinburgh und Irwine in Glasgow eben dieſen Gegenſtand ſchon früher bearbeitet, obgleich die Reſultate ihrer Verſuche erſt nach Wilkens im Jahre 1772 gemachten Entdeckungen, hauptſächlich durch Crawford's darauf gebaute Theorie (Exp. and obſerv. on animal Heat and the inflammation of combuſtible bodies. London, 1779. 8 maj.) bekannt geworden ſind. Die Methode dieſer Gelehrten iſt im Grunde mit der Wilkiſchen einerley, jedoch abgekürzter und auf eine eigne Betrachtung gegründet. Nennt man nemlich die Maſſen zweener Körper a und b, ihre Temperaturen m und n, die Mengen Wärmeſtof, die man jedem dieſer Körper zuſetzen muß, um ſeine Temperatur um 1 Grad zu erhöhen, α und β, und die Temperatur ihrer Miſchung μ; ſo wird der wärmere Körper, der um $m - \mu$ Grade erkältet wird, und für jeden Grad α verliert, in ſeiner ganzen Maſſe a zuſammen $a\alpha(m - \mu)$ verlieren; hingegen wird der kältere,

der um μ — n Grade erwärmt wird, und für jeden Grad β bekömmt, in ſeiner ganzen Maſſe b zuſammen $b\beta(\mu-n)$ erhalten. Nun ſetzt man voraus, daß hier keine fühlbare Wärme verlohren gehe, vielmehr der ganze Wärmegehalt vor und nach der Vermiſchung gleich bleibe. Unter dieſer Bedingung muß der wärmere Körper genau ſo viel verlieren, als der andere bekömmt; daher iſt

$$a\alpha(m-\mu) = b\beta(\mu-n)$$

woraus $\alpha : \beta = b(\mu-n) : a(m-\mu)$ folgt.

Darf man nun weiter annehmen, daß α und β für jeden Grad gleichviel betragen, ſo ſind die Wärmemengen, welche erfordert werden, um beyder Körper Temperatur gleich viel zu ändern, d. h. ihre comparativen Wärmen, in dem Verhältniße

$$b(\mu-n) : a(m-\mu)$$

und wenn die Maſſen a und b gleich ſind in dem Verhältniße $\mu - n : m - \mu$; oder nach **Magellan** (Eſſai ſur la nouvelle theorie du feu elementaire et de la chaleur des corps. à Londres, 1780. 4.):

Die ſpecifiſchen Wärmen jeder zween Körper (von gleichen Maſſen) ſtehen im verkehrten Verhältniße des Unterſchieds zwiſchen der fühlbaren Wärme ihrer Miſchung (μ) und der fühlbaren Wärme eines jeden vor der Miſchung (m und n).

Setzt man die ſpecifiſche Wärme des Waſſers = 1, ſo giebt jeder Verſuch, bey welchem der eine der gebrauchten Körper Waſſer von der Temperatur n iſt, die ſpecifiſche Wärme des andern $= \frac{b.(\mu-n)}{a.(m-\mu)}$, die relative (nach dem Volumen verglichene) $= \frac{b.(\mu-n)}{a.(m-\mu)} . g.$

Es ließe ſich leicht zeigen, wie eben dieſes aus **Richmanns** Formel folgt. Nimmt man Wilkens Methode gemäß eiskaltes Waſſer, wofür an der ſchwediſchen

Scale n == o wird, ſo verwandlet ſich der Ausdruck bey gleichen Maſſen, wie oben, in $\frac{\mu}{m - \mu}$.

Black und Irwine miſchten ein Quartier ſiedendes Waſſer (von 212 Grad fahr.) mit einem Quartier eiskalten Queckſilbers (von 32 Grad), und fanden die Temperatur 140 Grad. Weil hier die Maſſen ungleich ſind, und das Queckſilber 14 mal mehr, als das Waſſer wog, ſo iſt a = 14; b = 1 zu ſetzen. So wird das Verhältniß der ſpecifiſchen Wärmen von Queckſilber und Waſſer

$$1. (140 - 212) : 14 (32 - 140) = 72 : 14 . 108 = 1 : 21.$$

Man nimmt nemlich hier, wo die Unterſchiede negativ werden, das Verhältniß der poſitiven Werthe n — μ und μ — m, welches eben daſſelbe iſt. Den Verſuch ſollen die obengenannten Gelehrten ſchon lange vor Wilken zu Glasgow angeſtellt haben.

Dieſes ſind nun die Grundſätze, worauf die Verfertigung der Tabellen für die ſpecifiſchen Wärmen ungleichartiger Körper beruht. Nachdem Crawford ſchon dieſe Wärmen bey mehrern Körpern, z. B. beym Blute, bey einigen Nahrungsmitteln, bey verſchiedenen Luftgattungen u. ſ. w. unterſucht hatte, beſchäftigte ſich vornehmlich Kirwan mit dieſem Gegenſtande. Er war der erſte, der eine ſolche Tabelle für mehrere Stoffe verfertigte, und ſeinem Freunde Magellan mittheilte, welcher ſie ſodann in ſeiner erſt angeführten Schrift bekannt machte. Eine vollſtändigere Tafel giebt Bergmann (De attr. electiv. in Opuſc. Vol. III. p. 434.), und aus ihm Baader (Vom Wärmeſtof, S. 129 u. f.); eine neuere mit vielen eignen Verſuchen vermehrte Gadolin (De theoria caloris corporum ſpecifici. Aboae. 1784. 4. p. 13). Durch Lavoiſier und de la Place ſind dieſe Tabellen noch mehr berichtiget worden, auch Crawford hat in der neuern Ausgabe ſeines Werks die ehemaligen Angaben beträchtlich abgeändert. Folgende Tabelle der ſpecifiſchen Wärmen iſt aus Herrn D. Gren Grundriß der Naturlehre, §. 412. genommen.

Gemeines Waſſer . . .	1,000
Eis	0,900
Queckſilber	0,033 (Lav. 0,029)
Eiſen :	0,125
Zinn	0,068
Bley.	0,050
Spiesglaskönig . . .	0,086
Spiesglaskalk . . .	0,220
Eiſenkalk	0,320
Zinnkalk	0,096
Bleykalk	0,068
Flintglas	0,174
Terpentinöl . . .	0,472
Baumöl	0,710
Leinöl	0,528
Wallrath	0,399
Auflöſung von braunem Zucker	1,086
— — v. Küchenſalz (1 Th. in 8 Th. Waſſer) . .	0,832
— — v. Salpeter . .	0,646
— — v. Glauberſalz . .	0,728
— — v. Weinſteinrahm	0,765
— — v. Salmiak . .	0,798
— — v. Epſomſalz . .	0,844
— — v. Alaun . . .	0,649
— — v. Eiſenvitriol . .	0,734
Vitriolſäure	0,758
Phlogiſtiſirte Vitriolſäure . .	0,429
Weinſteinöl . . .	0,759
Dephlogiſtiſirte Salpeterſ. . .	0,844
Rauchende Salpeterſäure . .	0,576
Rauchende Salzſäure . .	0,680
Schwefel	0,183
Flüchtige Schwefelleber . .	0,994
Starker Eſſig v. rothem Weine	0,387
Concentrirter deſtill. Eſſig . .	0,103

Aetzendes flücht. Laugenſalz .	0,708	
Verſüßtes flücht. Laugenſalz .	1,851	
Rectificirter Weingeiſt . .	1,086	
Roher Kalkſtein	0,256	
Ungelöſchter Kalk . . .	0,245	
Roggen	0,340	
Hafer	0,422	
Gerſte	0,402	
Bohnen	0,613	
Venöſes Blut . . .	0,970	(0,8928)
Hellrothes arteriöſes Blut . .	1,120	(1,03)
Waſſerdampf . . .	1,55	
Dephlogiſtiſirte Luft . .	87,000	(4,75)
Atmoſphäriſche Luft . . .	18,673	(1,8)
Fixe Luft	0,270	(1,04)

Die Verſuche hierüber erfordern viel Genauigkeit und Vorſicht. Man muß die Wärme, welche während der Vermiſchung an die umgebende Atmoſphäre abgeſetzt wird, nebſt derjenigen, welche ins Gefäß übergeht, in Rechnung zu bringen wiſſen; die kältere Subſtanz muß die Temperatur der Luft im Zimmer haben, damit ſie beym Hinzubringen zu der wärmern nichts davon verliere; man muß ſehr niedrige Temperaturen eben ſowohl, als ſehr hohe vermeiden, und die Volumina der Subſtanzen, deren Wärme verglichen werden ſoll, einander ſo gleich, als möglich, machen. Endlich muß man nie ſolche Körper vermiſchen, welche durch chymiſche Wirkung auf einander empfindbare Wärme oder Kälte hervorbringen, weil bey jeder ſolchen Entbindung oder Bindung die Capacität, die man ſucht, oder die ſpecifiſche Wärme, geändert wird. Dieſe Vorſicht hat Crawford, der ſie doch ſehr empfiehlt, ſelbſt nicht hinlänglich beobachtet. Mehlige Samen verdicken das Waſſer zu einem Schleime, und entbinden dadurch fühlbare Wärme, auch wenn ſie unzerſtückt mit ſelbigem vermiſcht werden. Etwas ähnliches geſchieht bey den Miſchungen

des Blutes, Fleiſches ꝛc. mit Waſſer. Daher weiß ich nicht, ob folgende Angaben aus der neuern Ausgabe des Crawford viel zuverläßiger, als die vorigen, ſeyn werden.

Weizen .	0,476	mageres Rindfleiſch . .	0,740
Habergrütze	0,416	Kuhhaut mit Haaren .	0,787
Bohnen .	0,502	Schaflungen . . .	0,796
Gerſte . .	0,421	friſche Kuhmilch . .	0,999
Reiß . .	0,506	arteriöſes Blut eines Hundes	1,030
Erbſen .	0,492		

Noch weit beträchtlicher ſetzt Crawford die comparativen Wärmen der reinen und atmoſphäriſchen Luft herab, nachdem er dieſelben durch Miſchung der Luftgattungen mit Oel unterſucht hat. Er giebt ſie nemlich in der neuen Ausgabe ſeines Werks folgendergeſtalt an:

Dephlogiſtiſirte Luft . .	4,749
Atmoſphäriſche	1,796
Phlogiſtiſirte	0,794
Fixe	1,045
Brennbare	21,4

Eine ſo große Abweichung von den vorigen Angaben (da die Capacität der reinen Luft von 87 auf $4\frac{3}{4}$, die der gemeinen von $18\frac{2}{3}$ auf $1\frac{4}{5}$ heruntergeſetzt iſt), kan unmöglich ein gutes Vorurtheil für die Richtigkeit dieſer Beſtimmungen erwecken, wozu noch kömmt, daß die gebrauchten Veränderungen der Temperatur bey den Verſuchen ſelbſt äuſſerſt klein waren, und kaum $\frac{1}{10}$ eines fahrenheitiſchen Grades überſtiegen. Schwerlich kan man daher dieſe Angaben als ſehr zuverläßig betrachten.

Geſetzt aber auch, ſie wären aufs genauſte beſtimmt, ſo bleibt noch immer die Frage, was denn nun die nach dieſer Methode gefundenen Verhältniße eigentlich anzeigen, und was man aus ihnen folgern könne? Hierüber ſcheinen die vortreflichen Naturforſcher, welche dieſen Gegenſtand bearbeitet haben, nicht vollkommen einverſtanden zu ſeyn. Ganz eigentlich drücken die obigen Zahlen nur das Verhältniß aus, nach welchem ſich alle Zuſätze von freyer Wärme unter ungleichartige Körper vertheilen, oder zu vertheilen

ſtreben. Dieſes Verhältniß kan man mit Wilke der ſpecifiſchen, mit Crawford der **comparativen Wärme** oder **Capacität**, mit Baader der **wärmebindenden Kraft**, mit de Lüc und Pictet der wenigern Abneigung oder dem mindern Widerſtreben der Körper gegen freyes Feuer, beylegen.

Man verſtattet ſich aber auch hieraus auf das Verhältniß des ganzen in den Körpern befindlichen Wärmegehalts, oder ihrer **abſoluten Wärme**, zu ſchließen. Hiezu würde eigentlich erfordert, daß das Verhältniß der Capacitäten durch alle möglichen Temperaturen unveränderlich bliebe. Sind nemlich die abſoluten Wärmen zweener Stoffe von gleichen Maſſen X und x, ſo iſt das Verhältniß ihrer ſpecifiſchen Wärmen dX : dx. Hat nun dieſes einen völlig unveränderlichen Exponenten = e (und werden im wärmeleeren Körper X und x zugleich = o), ſo folgt aus dX = edx allerdings auch X = ex; oder es ſind die abſoluten Wärmen in eben dem Verhältniße, wie die ſpecifiſchen. Dieſer Schluß ſetzt aber voraus, daß 1) das Verhältniß der ſpecifiſchen Wärmen ſchlechterdings, und ſelbſt bis zur abſoluten Kälte, unverändert bleibe, welches anzunehmen, uns die Verſuche nicht berechtigen, 2) daß man über diejenige abſolute Wärme, welche auf Flüßigkeit, Dampfform u. ſ. w. verwendet, und von Black **latente Wärme** genannt wird, beſondere Rechnung führe, weil dieſe nicht aufs Thermometer wirkt, und ſich alſo bey den Verſuchen, wodurch die ſpecifiſchen Wärmen beſtimmt ſind, nicht hat zeigen können. Dieſe Umſtände machen den Schluß auf die Verhältniße der abſoluten Wärmen unſicher, da ſich die Menge der latenten Wärme ſchon durch eine mehrere Verdickung oder Verdünnung der Subſtanzen ändert. Herr Lichtenberg hat ſogar bemerkt, daß im heiſſern Waſſer, weil es flüßiger wird, mehr Wärme latent werden müſſe, als im kältern.

Wilke und **Crawford** ſtimmen darinn überein, daß ſie die ſpecifiſche Wärme als Fähigkeit betrachten, Wärme aufzunehmen, und in eben dem Maaße wieder mitzutheilen. Daß der Schluß von dieſer Fähigkeit auf die Menge

des wirklich aufgenommenen Wärmeſtofs wenigſtens indirect ſey, fällt in die Augen. Auch haben **Lavoiſier** und **de la Place** eine ganz andere Methode zu Entdeckung des abſoluten Wärmegehalts angegeben, deren Reſultate in der That von den Verhältnißen der durch Mengung gefundenen ſpecifiſchen Wärmen in etwas abzuweichen ſcheinen, ſ. **Wärmemeſſer**.

Magellan und nach ihm **Bergmann** machen ſich von **ſpecifiſcher Wärme** noch einen andern Begrif. Sie iſt nach ihrer Meinung der einem jeden Körper eigne Wärmegehalt, welcher dem Gefühl und Thermometer nicht bemerkbar iſt. Nur der Ueberſchuß über dieſen ſpecifiſchen Wärmegehalt eines Stofs macht dasjenige aus, was die empfindbare Wärme bewirkt. Von dieſem empfindbaren Feuer glaubt **Magellan**, es vertheile ſich, wie Boerhaave's Elementarfeuer, unter alle gleichwarme Stoffe gleichförmig nach dem Verhältniße der Räume. Er ſtellt ſich die ſpecifiſche Wärme als den Oberflächen der Atomen anhängend vor, und läſt dagegen die empfindbare frey durch die Zwiſchenräume hindurchgehen. Wenn nun gleiche Maſſen Queckſilber und Waſſer durch Zuſätze, die ſich wie 1 : 21 verhalten, gleich viel an empfindbarer Wärme zunehmen, ſo muß man ſich hiebey vorſtellen, als ob jeder Atom des Queckſilbers nur 1 Theil ſpecifiſchen Wärmegehalt mehr annähme, wenn jeder Atom des Waſſers 21 Theile annimmt; findet nun dies ohne Ausnahme bey allen Temperaturen ſtatt, ſo wird auch der ganze unfühlbare, oder wie er hier heißt, ſpecifiſche Wärmegehalt in jeder Maſſe Queckſilber 21 mal geringer ſeyn, als in einer gleichen und gleichwarmen Maſſe Waſſer u. ſ. w. Daher ſollen, auch nach dieſer Vorſtellungsart, die Zahlen der Tabelle Verhältniße der Wärmemengen ausdrücken, die von verſchiedenen Stoffen gebunden, oder fürs Thermometer unmerklich gemacht werden. Eben ſo verſteht dieſe Sätze **Kirwan** (Verſ. u. Beob. über die Salze und das Phlogiſton, a. d. engl. von **Crell**, Berl. u. Stett. 1783. Vorbericht), dagegen **Volta** und **Scopoli** die Bindung der Wärmematerie läugnen, und alles auf vermehrte oder verminderte Capacität zurückführen.

Crawford erklärt die große Menge fühlbarer Wärme, welche bey der Verbrennung u. ſ. w. entſteht, bloß durch die verminderte Capacität der reinen Luft. Dieſe wird durch Verbindung mit dem Phlogiſton des brennenden Körpers, nach ſeinen ehemaligen Angaben, von 87 auf 0,27 d. i. auf ihren 322ſten Theil herabgeſetzt, welches die fühlbare Wärme 322 mal vergrößert. Hiegegen hat ſchon Herr de Lüc erinnert, wenn die Wärme ein eigner Ausdehnung bewirkender Stof ſey, ſo müſſe man die Capacität der Körper gegen dieſelbe vielmehr nach den Räumen, und nicht nach den Maſſen, vergleichen. Hiebey finde man die Capacität der gemeinen Luft nur $\frac{1}{4\frac{1}{3}}$ von der Capacität des Waſſers, welches zu wenig ſey, um aus den darinn vorgehenden Veränderungen die große Hitze der Flamme zu erklären. Gegen dieſen Einwurf ließe ſich nun Crawford's Theorie leicht vertheidigen. Denn, wenn ſonſt die Verſuche richtig wären, ſo behielte die phlogiſtiſirte oder fixe Luft allemal faſt 322 mal weniger Capacität, als reine, und faſt 69 mal weniger, als gemeine; man möchte die Vergleichung nach den Maſſen, oder nach den Räumen, anſtellen. Mit dem Waſſer verglichen, fallen freylich die Zahlen 87 und 0,27 auf $\frac{1}{4\frac{1}{3}}$ und 0,00034 herab: aber untereinander ſelbſt bleiben dieſe neuen Zahlen noch immer in dem vorigen beträchtlichen Verhältniße. Wenn alſo gleich de Lücs Einwurf die Vorſtellung von der abſoluten Wärmemenge in der Flamme ſehr herabſetzt, ſo mindert er doch nicht die Idee von einer großen fühlbaren Wärme oder von einem verhältnißmäßig großen Ueberſchuße, der doch nur in dem kleinen Raume ſtatt findet, welchen die Flamme einnimmt, und der mit der Flamme ſelbſt alle Augenblicke vergeht und von neuem entſtehet, ſo wie alle Augenblicke neue reine Luft zu Unterhaltung der Flamme verwendet wird.

Aber nach neuern Verſuchen ſetzt Crawford ſelbſt die Capacitäten der reinen und gemeinen Luft auf $4\frac{3}{4}$ und $1\frac{4}{5}$ herab, und rückt dagegen die der phlogiſtiſirten und fixen auf $\frac{4}{5}$ und $1\frac{1}{20}$ herauf, wodurch ſich freylich die Verhältniße ſehr merklich ändern. Denn jetzt wird die Capacität der reinen Luft, wenn ſie ſich in phlogiſtiſirte verwandlet,

nur 6 mal geringer, u. ſ. w. Nun kan man zwar ſagen, dies ſey noch immer genug, um die Hitze der Flamme zu erzeugen; es fällt aber doch der vormalige auffallende Unterſchied weg, der wohl manchen Naturforſcher mag bewogen haben, Crawfords Vorſtellungen Beyfall zu geben.

Was **Crawford** Veränderung der Capacität nennt, das drücken andere, meines Erachtens ſchicklicher, durch Bindung oder Entbindung mehrerer latenten, chymiſch vereinigten Wärme u. ſ. w. aus. Dieſer Vorſtellungsart bedient ſich auch **de Lüc**, ſ. **Feuer, Wärme**. Hiebey kömmt nun die Frage wieder, ob ſich aus den durch Mengung gefundenen Verhältnißen der ſpecifiſchen Wärme ein ſicherer Schluß auf die Verhältniße der abſoluten Wärmemengen in den Körpern machen laſſe, wenn man dieſe latente Wärme mit darunter begreift. Im Ganzen genommen, ſcheinen zwar flüßige Materien mehr ſpecifiſche Wärme zu haben, als feſte, Dämpfe mehr, als flüßige Körper, Luftgattungen mehr, als Dämpfe, wie z. B. die ſpecifiſche Wärme beym Eiſe $\frac{9}{10}$, beym Waſſer 1, beym Waſſerdampfe $1\frac{1}{2}$, bey dephlogiſtiſirter Luft $4\frac{3}{4}$ angegeben iſt. Die Tabelle zeigt aber auch Ausnahmen, und wir ſind überhaupt noch nicht weit genug, um hierüber zu entſcheiden.

Der Hauptſatz der crawfordſchen Theorie, daß durch Verbindung mit Phlogiſton die Capacität jedes Körpers vermindert werde, leidet nach den Verſuchen in der neuen Ausgabe ſeines Werks ebenfalls viele Ausnahmen, und kan daher kein allgemeines Naturgeſetz ſeyn. Es wird z. B. die comparative Wärme

der Steinkohle	0,27777
der gebrannten Steinkohle . .	0,19230
der Aſche von dieſer . . .	0,18522

angegeben, da doch dem Geſetze zufolge dieſe Capacität bey der Aſche größer ſeyn ſollte, als bey der ungebrannten mit ihrem Phlogiſton noch verbundnen Kohle ſelbſt.

Wenn nun gleich in dieſen Folgerungen, die man aus den Verſuchen über die ſpecifiſche Wärme zu ziehen geſucht hat, noch viel Ungewißheit und Dunkelheit herrſcht, ſo bleiben doch die Verſuche an ſich ungemein wichtig. Sie zei-

gen doch ohne Einwendung die beſondern Geſetze, nach welchen ſich die fühlbare Wärme unter ungleichartige Stoffe vertheilt. Wenn man ſich des Schlußes auf die Verhältniße der abſoluten Wärmen ganz enthält, und die Zahlen der Tabelle für nichts weiter, als Exponenten der Verhältniße anſieht, nach welchen ungleichartige Stoffe Wärme annehmen und mittheilen, wenn in ihnen gleich große Veränderungen der Temperatur bewirkt werden; ſo lehren dieſe Verſuche, wofern ſie nur mit der gehörigen Genauigkeit angeſtellt ſind, ganz unläugbare phyſiſche Wahrheit.

Zwar hat der Ritter **von Soyecourt** (Mém. ſur les experiences données en preuve de la chaleur latente. à Paris. 1788. im Auszuge im Gothaiſchen Magazin für das Neuſte aus d. Phyſ. VI. Band, 2. St. S. 131 u. f.) die ganze Lehre von der ſpecifiſchen Wärme durch einen Verſuch verdächtig machen wollen, bey dem ein blechernes Gefäß mit 1 Pfund Waſſer von 58 Grad Temperatur (nach Reaumür) in eben der Zeit 30 Grad Wärme verlohr, in welcher in einem andern gleichgroßen Gefäße mit 1 Pfund Eis, wozu gleichfalls 1 Pfund Waſſer von 58 Grad Temperatur gegoſſen war, das Eis ſchmolz, und die Temperatur auf $\frac{1}{2}$ Grad herabkam. Aus dieſem Verſuche ſchließt er, das mit dem Eiſe vermiſchte Waſſer habe gleichfalls 30 Grad Wärme an das Gefäß und die umgebende Luft verlohren; mithin würde man nur die übrigen $27\frac{1}{2}$ Grad als wirklich vom Eiſe verſchluckt und gebunden anſehen können, wenn es verſtattet wäre, einen weſentlichen wärmenden Feuerſtof anzunehmen: dadurch würde die von **Wilke** und **Black** angegebne Menge der beym Schmelzen des Eiſes gebundenen Wärme von 130 fahrenheitiſchen Graden (58 Reaum.) auf 61 ($27\frac{1}{2}$ Reaum.) herabgeſetzt. Es beſtehe aber vielmehr die Wärme in einer innern Bewegung einer beſondern Flüſſigkeit, woraus ſich der Verluſt der $27\frac{1}{2}$ Grad von ſelbſt erkläre, indem jede Bewegung durch ihre Wirkung auf widerſtehende Theile, die ſie weiter aus einander treibe (wie die Theile des Eiſes beym Schmelzen), nothwendig geſchwächt werden müſſe. Nähme man ja eine weſentlich wärmende Materie an, ſo erhitze ſie doch nie, ohne zugleich

auszudehnen; ſie lege ſich blos in die Zwiſchenräume der Körper, mithin ſey auch blos die Raumvergrößerung das wahre Maaß derjenigen Quantität, welche die Körper bey ihrer Erwärmung in ſich nähmen; auf dieſe, nicht auf Verhältniße der Maſſen, müſſe man alsdann die Tafeln der ſpecifiſchen Wärme bauen. Das Steigen der Thermometer beym Gefrieren, Kryſtallenanſchießen u. ſ. w. rühre blos von einem Fehler des Werkzeugs her, deſſen Gefäß von den feſten Stoffen mehr zuſammengepreßt werde, als vorher von den flüßigen.

Man ſieht, daß dieſes geradezu auf ganz andere Vorſtellungen vom Feuer führt, bey denen freylich der Begrif von gebundener Wärme nicht ſtatt finden würde. Inzwiſchen iſt dieſe Vorſtellungsart immer nichts weiter als Hypotheſe, und beym Hauptverſuche, auf den ſich alles übrige gründen ſoll, wird etwas offenbar falſches angenommen, daß nemlich heiſſes Waſſer mit Eis umgerührt, eben ſo viel Wärme an Gefäß und Luft verliere, als heiſſes Waſſer allein. Ueberdies haben ja die Experimentatoren auf den Verluſt, den die Miſchungen durchs Gefäß und die Luft leiden, ſchon vorher Rückſicht genommen, ehe ſie aus ihren Verſuchen ſpecifiſche Wärmen berechnet haben. Mir ſcheint alſo das angeführte noch keinesweges hinreichend, die Begriffe von ſpecifiſcher und gebundener Wärme verwerflich zu machen.

Lichtenberg in Errlebens Anfangsgr. der Naturlehre. 4te Aufl. §. 494 h. u. f.

Baader vom Wärmeſtoff. Wien u. Leipz. 1786. 4. I. B. XI. XII. S. 103 u. f.

Gren Grundriß der Naturlehre, §. 410 u. f.

Wärme, thieriſche, Calor animalis ſ. vitalis, *Chaleur animale.* Die ſogenannten warmblütigen Thiere bringen, ſo lang ſie leben, aus ſich ſelbſt fühlbare Wärme hervor, und ihre Körper, wenigſtens deren innere Theile, erhalten ſich dadurch immer auf einem gewiſſen Grade, der die Temperatur des umgebenden Mittels überſteigt. Zu den warmblütigen Thieren gehören auſſer dem menſchlichen

Körper, alle Säugthiere und Vögel; in einem weit geringern, oft kaum merklichen, Grade die Amphibien und Fiſche, die man daher ſchon kaltblütig nennt; die Inſekten und Gewürme nehmen ganz die Temperatur der Atmoſphäre an, wiewohl die Biene hievon eine Ausnahme macht.

Dieſe thieriſche Wärme hat ihren eigentlichen Sitz im Blute, und wird nur durch den Umlauf deſſelben den übrigen Theilen mitgetheilt. Die Glieder, deren Pulsadern man unterbindet, werden kalt, und in Krankheiten, die den Pulsſchlag unterbrechen, iſt der Stillſtand des Blutes jederzeit mit Kälte der äuſſern Theile verknüpft. Röthe der Theile iſt immer mit Wärme, Bleiche mit Kälte begleitet, und im todten Körper erkaltet der Rücken zuletzt, weil dahin das meiſte Blut durch ſein Gewicht zuſammengeführt wird.

Im geſunden menſchlichen Körper iſt die Wärme des Bluts nach den beſten Beobachtungen von **Briſſon** $32\frac{1}{2}$ Grad des reaumüriſchen Weingeiſtthermometers (ſ. **Thermometer** S. 342), welches nach **de Lüc** (S. 320) mit 29, 9 Grad am Queckſilberthermometer von 80 Graden, oder mit $99\frac{1}{4}$ nach Fahrenheit, übereinſtimmt. Auch **Martine** (Diſſ. ſur la chaleur) giebt aus wiederholten Beobachtungen 99 fahrenh. Grade an. Ohne nun auf die hohen Grade der Kälte zu ſehen, die in ſtrengen Wintern in Sibirien ſollen ſtatt gefunden haben, deren Angaben aber verdächtig ſind (ſ. **Kälte**, Th. II. S. 705), erträgt doch der menſchliche Körper, ſchon in den gemäßigten Klimaten, die ganz gewöhnliche Veränderung der Temperatur von 86 bis 16 Grad nach Fahrenheit, ſehr leicht, und ohne merkliche Abänderung ſeiner Blutwärme.

Nach dem Geſetz der Mittheilung der Wärme muß ein Körper, der bey ſo großen Abwechſelungen des äuſſern Mittels eine immer gleiche fühlbare Wärme behält, gerade ſo viel Wärme aus ſich ſelbſt erzeugen, als jedesmal zu Erſetzung des Verluſts, den er durch die Berührung des kältern Mittels leidet, erfordert wird. Iſt z. B. die beſtändige Wärme des menſchlichen Bluts 99 Grad, ſo wird die eigne oder ſelbſterzeugte Wärme 13 Grad betragen müſſen,

wenn die Temperatur der Atmoſphäre 86 Grad iſt; hingegen wird eine Erzeugung von 83 Grad erforderlich ſeyn, wenn das Thermometer an freyer Luft nur 16 Grad zeigt.

Bey heftigen Graden der Kälte nimmt doch dieſe innere Wärme nach und nach ab; Menſchen und Thiere erfrieren endlich, wenn ſie ſich einem ſtarken Froſte allzulang und zu unvorſichtig ausſetzen. Dennoch erhält ſich die ganze lebende Schöpfung in Ländern, wo bisweilen die Kälte wenigſtens den Gefrierpunkt des Queckſilbers, oder — 40 erreicht. Und wenn hiebey die Blutwärme nicht ganz auf ihren gewöhnlichen 99 Graden bleibt, ſo wird man ſie doch nicht unter 92 Grad finden: daß alſo hiebey noch eine Erzeugung von wenigſtens 132 Grad innerer Wärme ſtatt finden muß.

Ueber hohe Grade der Hitze, welche Menſchen auszuhalten vermögen, hat **Blagden** (Philoſ. Trans. Vol. LXV. P. I. num. 12.) merkwürdige Verſuche von **Fordyce**, **Banks** und **Solander** bekannt gemacht, nachdem ſchon vorher **Tillet** gefunden hatte, daß Menſchen in einer bis zum Siedpunkte erhitzten Luft eine Viertelſtunde lang ausdauern können (Mém. de Paris. 1764). **Fordyce** ließ Zimmer durch heiſſe Waſſerdämpfe erhitzen, und hielt im bloßen Hemde und hölzernen Schuhen 5 Min. lang in 90 Grad, hierauf 10 Min. in 110 Grad, und dann noch 20 Min. lang in 120 Grad Hitze aus. Hiebey ſtand ein Thermometer unter ſeiner Zunge oder in ſeiner Hand auf 100 Grad, und dies war auch die Wärme ſeines Harns. Der Puls machte 145 Schläge in einer Minute, die Adern waren ſehr aufgelaufen und der Körper roth. Bey einem andern Verſuche hielt er 15 Min. in 119 Grad, und dann 15 Min. in 130 Grad Hitze aus; ſeine eigne Wärme ſtieg immer nicht höher, als 100 Grad. In einem nicht durch ſiedendes Waſſer, ſondern durch einen eiſernen Ofen geheizten Zimmer hielt eine ganze Geſellſchaft 20 Min. lang aus, obgleich die Hitze 150 Grad erreichte, und man die Kleider nicht abgelegt hatte. Nachher ertrug man 198 Grad zehn Minuten lang. D. **Solander** ertrug ferner 210, **Banks** 211 Grade 7 Min. lang. Der letztere getraute ſich, eine

noch größere Hitze aushalten zu können, ob er gleich Weingeiſt nur 130, Oel 129, Waſſer 123, Queckſilber 117 Grade heiß ertragen konnte. In den Zimmern konnte niemand ſeine Uhrkette vor Hitze berühren; aber die Kleidung machte eher die Hitze erträglich, und hielt ſie in etwas vom Körper ab. Ein großer Theil des Wunderbaren bey dieſen Verſuchen erklärt ſich daraus, daß die Luft ein ſchlechter Leiter der Wärme iſt; daher ihre Berührung dem Körper bey weitem nicht ſo ſchnell Wärme giebt oder entzieht, als die Berührung des gleich heiſſen oder gleichkalten Waſſers, Queckſilbers u. ſ. w. Dennoch glaubt Blagden, aus dieſen Verſuchen folgern zu dürfen, daß im thieriſchen Körper nicht blos eine Kraft liege, Wärme zu erzeugen, ſondern auch ein Vermögen, den Ueberſchuß von Wärme zu zerſtören, und überhaupt einen unveränderlichen Grad fühlbarer Wärme zu unterhalten.

Die vom Herzen entferntern Theile, in welchen die Menge des Bluts geringer und ſein Umlauf langſamer iſt, weichen von dieſem beſtändigen Grade am meiſten ab, und nehmen den Einfluß der äuſſern Temperatur ſchneller und ſtärker an. Schon bey mäßiger Kälte erſtarren Hände, Füße, Ohren, das Geſicht u. ſ. f., wenn die Wärme der innern Theile noch immer unverändert bleibt.

Auch Krankheiten können dieſen ſonſt beſtändigen Grad der Blutwärme ändern; aber der Unterſchied iſt nie beträchtlich, und ſelbſt die ſtärkſte Fieberhitze ſteigt nach den Beobachtungen des D. Martine nicht über 105 — 108 Grad.

Ueber den Urſprung dieſer thieriſchen Wärme ſind nun die Meinungen der Aerzte und Naturforſcher ſehr verſchieden geweſen. Die Alten machten die Sache ſehr kurz ab, indem ſie dem Herzen eine natürliche Wärme (calorem innatum, *Hippocr.* de Diaeta L. I. & in tract. De corde. *Galen.* de uſu part. L. VII. c. 9. 21. de temperamentis II. 3.) beylegten, welche das Blut erhitze, ohne ihren Urſprung weiter zu unterſuchen. Auch Descartes (De homine p. 5. De format. foetus. p. 197.), ſo wenig er

ſonſt der alten Irrthümer ſchont, nahm noch immer dieſe angebohrne Wärme (calorem inſitum) des Herzens an.

Inzwiſchen hatte die chymiſche Schule angefangen, die Wärme des Bluts von Efferveſcenzen oder Gährungen herzuleiten. So ſahe van Helmont die Miſchung des Schwefels mit dem flüchtigen Salze, Sylvius die Miſchung des dem Körper eigenthümlichen urinöſen Bluts mit der Säure des Nahrungsſafts, als Urſache eines mit Hitze begleiteten Aufbrauſens an. Viele andere haben auf mancherley Weiſe ſaure und alkaliſche Subſtanzen im Blute zuſammenzubringen geſucht, um daraus ein beſtändiges Brauſen deſſelben herzuleiten. Homberg (Mem. de Paris. 1709.) ſucht den Einwurf, daß man gleichwohl kein ſolches Brauſen des Bluts bemerke, durch Verſuche zu heben, welche beweiſen, daß das Brauſen bey manchen Miſchungen erſt beym Zutritte der Luft bemerklich wird. Cromwell Mortimer (Philoſ. Trans. num. 467. überſ. im Hamburg. Magazin B. I. S. 291 — 300.) glaubt, es werde durch die Gährung Luft aus dem Blute entwickelt, welche das Feuer in Bewegung ſetze. Hamberger (Phyſiologia medica. Jen. 1751. 4. p. 24.) leitet die Wärme des Bluts von der Auflöſung ſeiner ſchwefelartigen Theilchen durch die laugenartigen her, und bringt ſie in Verbindung mit den Wärmeerzeugungen im Taubenmiſt, feuchten Heu, Lumpen u. ſ. w. deren mehrere in dem Artikel Selbſtentzündungen erwähnt werden. Auf ähnliche Art haben einige engliſche Aerzte die Wärme des Bluts von dem beſtändigen Hange deſſelben zur Fäulniß ableiten wollen. Gegen alle dieſe Erklärungen iſt es genug, zu bemerken, daß die Beobachtungen kein Aufbrauſen im Blute zeigen, daß ſich daſſelbe mit dem Nahrungsſafte ſehr ruhig miſchen läſt, und daß zur Wärmeerzeugung in faulenden Miſchungen ein wirklicher Anfang der faulen Gährung erfordert wird, welchen man in dem beſtändig bewegten Blute nicht annehmen kan.

Die mechaniſche Schule hingegen glaubte den Urſprung der thieriſchen Wärme in der Bewegung des Bluts und in dem dadurch entſtehenden Reiben zu finden. Dieſe Er-

klärung haben inſonderheit Boerhaave (Inſtit. rei medicæ) und Georg Martine (De animalibus ſimilibus et animalium calore Libri II. Lond. 1740. 8.) ausgeführt. Man berief ſich darauf, daß Bewegung ſtets mehr Wärme erzeuge, und im ſtrengen Froſte das einzige Mittel bleibe, dem Tode zu entgehen; daß der ſchnellere Pulsſchlag allezeit mit mehr Wärme begleitet ſey; daß die Wärme durch mehrere Feſtigkeit und Dichte der Gefäße zunehme, z. B. bey Erwachſenen größer, als bey Kindern, ſey; daß Alter und Krankheiten, welche den Pulsſchlag vermindern, ſtets auch Kälte erregen; daß in erſtarrten Körpern die Wärme ſogleich wiederkomme, wenn durch irgend einen Reiz die Bewegung des Herzens und der Kreislauf des Bluts wieder verſtärkt werde u. ſ. w. Man ſchloß hieraus, die Wärme verhalte ſich direct, wie die Geſchwindigkeit des Bluts und umgekehrt, wie der Durchmeſſer der Gefäße. Dadurch ward erklärt, warum die Wärme in den verſchiedenen Theilen des Körpers faſt einerley ſey, weil in den größern Gefäßen größere Geſchwindigkeit mit weniger Reibung, in den kleinern hingegen geringere Geſchwindigkeit mit mehr Reibung verbunden ſey: ingleichen, warum kleine Thiere eben ſo warm ſind, als große, weil ſich die gleichgroßen Blutkügelchen in den engern Gefäßen der kleinern Thiere ſtärker reiben müſten, u. ſ. w.

Es ſind aber Geſchwindigkeit und Reibung des Bluts offenbar zu ſchwach, die thieriſche Wärme hinreichend zu erklären. Wenn auch das Blut in einer Secunde $2\frac{1}{2}$ Schuh zurücklegt, ſo wiſſen wir doch, daß Waſſer und andere Flüſſigkeiten ſich gar nicht erwärmen, wenn ſie gleich mit weit größerer Geſchwindigkeit und ſtärkerer Reibung durch feſte Canäle getrieben werden. Die Wärme folgt auch nicht dem Verhältniße der Pulsgeſchwindigkeit. Wenn in der Fieberhitze die Zahl der Pulsſchläge in einer Minute von 70 bis 130 ſteigt, mithin faſt doppelt ſo groß wird, ſo ſteigt die Wärme doch nur von 99 bis 108 Grad, alſo in einem ſehr geringen Verhältniße. In den hohen Graden der Hitze, welche Banks und Solander ertrugen, ſtieg die Anzahl der Pulsſchläge auf 136 bis 144, ohne ſonderliche Verſtär-

kung der innern Wärme des Körpers. Die praktiſchen Aerzte haben bey Fiebern ſogar geringere Wärme bey mehrern Pulsſchlägen bemerkt (ſ. Anton Rolandſon Martin thermometriſche Bemerk. über die Wärme im menſchlichen Körper, in den ſchwed. Abhandl. B. XXVI. S. 299 u. f. auch *de Haen* Rat. medendi To. II. p. 163. 164). In paralytiſchen Gliedern findet ſich oft bey ganz gewöhnlichem Pulsſchlage eine auffallende Kälte. Hunter (Philoſ. Trans. Vol. LXV. P. 2. num. 43.) ſchließt auch aus ſeinen Verſuchen über das Erfrieren der Thiere, daß die thieriſche Wärme ihren Grund nicht in dem Kreislaufe des Bluts haben könne, weil auch ſolche Thiere der Kälte widerſtehen, in welchen kein Kreislauf ſtatt findet.

Der ſchottländiſche Arzt, Robert Douglas (Eſſay concerning the generation of heat in animals. Eſſai ſur la generation de la chaleur des animaux, trad. de l'Angl. à Paris, 1751. 8.) erklärt die thieriſche Wärme aus der Reibung der Blutkügelchen in den feinſten haarröhrenartigen Blutgefäßen, deren Weite geringer, als der Durchmeſſer der Kügelchen iſt. Er giebt dieſem Syſtem ein ſehr demonſtratives Anſehen, und ſucht beſonders daraus begreiflich zu machen, warum die Temperatur des Bluts eine unveränderliche Größe ſey, und bey großer Wärme der äuſſern Luft faſt gar keine, in der Kälte hingegen ſehr viel innere Wärme erzeugt werde. Nemlich durch äuſſere Wärme werden die feinen Gefäße ſo ſtark erweitert, daß die Blutkügelchen ohne Reibung durchgehen, alſo wenig oder gar keinen Ueberſchuß über die äuſſere Temperatur erzeugen; die Kälte hingegen verengert die Gefäße und vermehrt dadurch das Reiben in eben dem Maaße, in welchem ſie ſtrenger wird. Briſſon beſchäftigt ſich ſehr mit Widerlegung dieſes Syſtems, und bemerkt richtig, daß die vermeinte Verengerung der Gefäße durch die äuſſere Kälte eine leere Einbildung ſey, weil ſich ja die vom Reiben entſtandne Blutwärme den Gefäßen augenblicklich mittheilen, und ihren Durchmeſſer wieder erweitern müſte. Auch führt Haller dagegen an, daß bey Fröſchen und Fiſchen die innere Wärme äuſſerſt gering ſey, obgleich die Mikroſkope zeigen,

daß die feinen Gefäße dieſer Thiere gerade eng genug ſind, um nur ein einziges Kügelchen zu faſſen, welches noch dazu eine ovale Geſtalt annehmen muß, um durchzukommen, in welchem Falle alſo die Wärme ſehr beträchtlich ſeyn müſte, wenn ſie von dieſer Urſache herkäme.

John Caverhill (Experiments on the cauſe of heat in living animals and the velocity of the nervous fluid. Lond. 1770. 8.) leitet die Wärme von der Wirkung der Nerven her. Er fand durch Verletzung des Rückenmarks bey einem Caninchen den Puls geſchwächt und die Wärme beträchtlich vermindert. Dieſe Verſuche beweiſen jedoch nichts weiter, als daß durch ſolche Lähmungen überhaupt alle Phänomene des thieriſchen Lebens geſchwächt werden, ohne zu entſcheiden, ob eines dieſer Phänomene die unmittelbare Wirkung des andern ſey. Auch hat man die Wärme des thieriſchen Körpers der Elektricität deſſelben zuſchreiben wollen, obgleich gewiß iſt, daß viele kaltblütige Thiere weit mehr Elektricität, als die warmblütigen, anzunehmen geſchickt ſind. Noch andere, z. B. D. Cullen, nehmen in der thieriſchen Oekonomie ein eignes Principium des Lebens (principium vitale) an, welches die Eigenſchaft habe, in verſchiedenen Körpern bey einerley Geſchwindigkeit des Bluts eine verſchiedene Wärme hervorzubringen. Dieſe Ableitung von einem Princip, das mit keiner ſonſt bekannten Sache Aehnlichkeit hat, kan, da ſie weder chymiſche noch mechaniſche Mittel angiebt, den Namen einer phyſikaliſchen Erklärung nicht verdienen, und iſt blos ein verdecktes Geſtändniß des Nichtwiſſens.

Den ſinnreichen Gedanken, daß alle thieriſche Wärme durch die Wirkung der Luft beym Athmen, mithin in den Lungen, erzeugt, und von da aus durch den Umlauf des Bluts dem ganzen übrigen Körper mitgetheilt werde, hat Stahl (Theor. medica. p. 288.) mit der Bemerkung geäußert, daß er ihm ſchon ſeit dem Jahre 1684 eigenthümlich zugehöre. Man machte nachher die Beobachtung, daß alle warmblütigen Thiere mit vollkommnen Lungen, und die Vögel, als die wärmſten, mit vorzüglich großen Lungen athmen, und daß alles, was die Reſpiration be-

ſchleuniget, zugleich auch die Wärme des Körpers befördert, ſ. Athmen (Th. I. S. 152). Schon mehrere Aerzte, beſonders Boerhaave, Hales und Arbuthnot hatten geglaubt, daß das Blut in den Lungen verdichtet und erwärmt werde; auch hatte bereits D. Black ſeine Theorie der thieriſchen Wärme auf die Reſpiration gegründet, als Prieſtley im Jahre 1774 entdeckte, daß die ausgeathmete Luft unter die phlogiſtiſirten Gasarten gehöre, und hieraus ſchloß, daß das Athmen den brennbaren Stof aus dem Körper ausführe, ſ. Athmen (Th. I. S. 148). Dagegen glaubte Scheele faſt zu gleicher Zeit zu finden, die Luft führe vielmehr Brennbares in den Körper ein.

D. Leslie (A philoſophical Inquiry into the cauſe of animal heat. London and Edinb. 1778. 8.) trug damals ein Syſtem vor, für deſſen Urheber er den D. Duncan in Edinburg angiebt, ob man gleich ähnliche Gedanken ſchon in D. Franklins Schriften und in Mortimers oben angeführtem Aufſatze (Philoſ. Trans. num. 467.) finde. Nach dieſem Syſtem ſoll die Wirkung der Blutgefäße aus allen Theilen der thieriſchen Maſchine allmählig Phlogiſton entwickeln, und durch dieſe Entwickelung Wärme erzeugen. Leslie gründet ſich vornehmlich darauf, daß das Phlogiſton ein Hauptbeſtandtheil aller Nahrungsmittel, im Blute unbezweifelt vorhanden, und die Urſache der Farbe deſſelben, ſo wie der Farbe und des Geſchmacks der Galle ſey; daß der Nahrungsſaft roth werde, ſo bald er nur kurze Zeit der Wirkung der Blutgefäße ausgeſetzt geweſen ſey; daß bey den verſchiedenen Arten Wärme zu erregen, immer Phlogiſton entbunden werde u. ſ. w. Endlich ſucht er den von Blagden angenommenen Satz, daß der thieriſche Körper in hohen Graden der Hitze das Uebermaaß derſelben zerſtöre, oder Kälte hervorbringe, zu widerlegen, und erklärt die Beſtändigkeit der Wärme bey verſchiedenen äuſſern Temperaturen, durch die kühlende Wirkung der verſtärkten Ausdünſtung in der Hitze, und durch den Reiz und die toniſche Wirkung der Luft auf die Fibern in der Kälte.

Weit ſinnreicher benutzte D. Crawford (Exp. and obſerv. on animal heat etc. London, 1779. 8.) die neuen

Entdeckungen, die er zugleich mit einer eignen ſchönen Experimentaluntersuchung verband. Seine Verſuche über die comparativen Wärmen der Nahrungsmittel, des Bluts und der Luftgattungen (ſ. **Wärme, ſpecifiſche**) lehrten, daß die meiſten Nahrungsmittel weniger Capacität für die Wärme beſitzen, als das aus ihnen entſtehende arterióſe Blut; dagegen der eingeathmeten reſpirablen Luft mehr Capacität, als der ausgeathmeten, zukömmt. Dies leitete ihn auf den Gedanken, daß das Blut beym Proceſſe des Athemholens Wärme aus der Luft einſchlucke, ſo wie nach ſeinem ſich viel weiter erſtreckenden Syſtem die Hitze bey der Verbrennung und andern phlogiſtiſchen Proceſſen gleichfalls der verminderten Capacität der Luft und der dadurch frey gewordenen Wärme zugeſchrieben wird, ſ. **Feuer, Verbrennung**. Er hat inzwiſchen in der neuern Ausgabe ſeines Werks (London, 1788. 8. überſ. durch Veranſtaltung Herrn **Crells**. Leipz. 1789. 8.) einiges abgeändert, und ich werde hier den Theil, der die thieriſche Wärme betrift, dieſen Abänderungen gemäß ſo vortragen, wie ihn Herr **Gren** (Journal der Phyſik, 1790. Erſtes Heft, S. 17 u. f.) darſtellt.

Durch die Veränderung, welche der reſpirable Theil der Luft in den Lungen leidet, wird die Menge ſeiner abſoluten Wärme faſt in eben dem Verhältniße vermindert, in welchem ſeine Fähigkeit zu Erhaltung des thieriſchen Lebens abnimmt. Dieſe Veränderung erfolgt durch Verbindung der reinen Luft mit dem vom Blute abgeſchiedenen Brennſtof, und beſteht darinn, daß faſt $\frac{1}{5}$ der reinen Luft in Waſſerdampf, und das übrige in fixe Luft verwandlet wird. Da nun die comparative Wärme der reinen Luft $4\frac{3}{4}$, die des Waſſerdampfs und der fixen Luft aber nur $1\frac{1}{2}$ und $1\frac{1}{20}$ iſt, ſo folgt, daß die ausgeathmete Luft kaum $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ derjenigen Wärme behalte, die ſie vor dem Einathmen faßte, daß ſie alſo den gröſten Theil dieſer Wärme in den Lungen zurücklaſſe.

In einem Verſuche mit dem arterióſen und venöſen Blute, wovon jenes aus der Carotis, dieſes aus der Droſſelader eines Schafes abgezapft war, fand C. die comparati-

ven Wärmen beyder (ſ. die Tabelle beym Worte Wärme, ſpecifiſche) im Verhältniße 23 : 20, und aus mehrern Verſuchen mit Blute von Hunden im Verhältniße 114 : 110. Da nach dieſen Angaben das Blut, das aus der Lungenblutader zum Herzen zurückſtrömt, eine größere Capacität beſitzt, mithin auch eine größere Menge abſoluter Wärme faßt, ſo muß es bey ſeinem Durchgange durch die Lungen Wärme in ſich nehmen. Dies iſt nun eben die Wärme, welche die Luft in den Lungen zurückließ, und die ſolchergeſtalt aus der Luft ins Blut übergeführt wird.

Es wird in dieſem Syſtem angenommen, daß die Verbindung mit Phlogiſton die Capacität der Körper für die Wärme vermindere, der Verluſt des Phlogiſtons hingegen dieſelbe vermehre, obgleich die neuere Ausgabe der crawfordiſchen Schrift dieſen Satz anders, und mehr nach dem Sinne der Antiphlogiſtiker ausdrückt. So hängt nun die thieriſche Wärme von einem Proceſſe ab, der einer chymiſchen Wahlanziehung ähnlich iſt. Die mit einer großen Menge von Wärmeſtof verſehene reine Luft wird in die Lungen eingezogen, eben dahin kömmt das Blut aus den äuſſerſten Enden der Gefäße mit dem brennbaren Grundſtoffe verſehen zurück. Dieſer verläßt das Blut, um ſich mit der Luft zu verbinden, zu welcher ſeine Verwandſchaft größer iſt. Durch dieſe Phlogiſtication vermindert ſich die Capacität der Luft, welche folglich den gröſten Theil ihres Wärmeſtofs abſetzt, den dagegen das Blut aufnimmt, deſſen Ueberſchuß aber allezeit eine ſtarke fühlbare Wärme unterhält. Das arterioſe Blut wird nun bey ſeinem Durchgange durch die Haarröhrchen wieder mit dem brennbaren Stoffe angeſchwängert, folglich ſeine Capacität für die Wärme vermindert. Es muß daher beym Kreislaufe die Wärme, die es in den Lungen erhalten hatte, nach und nach wieder abſetzen und über das ganze Syſtem verbreiten. Uebrigens erklärt Crawford (Philoſ. Trans. Vol. LXXI. P. 2.) das Gleichgewicht der thieriſchen Wärme, und das anſcheinende Vermögen, in großen Graden der Hitze die Wärme zu vermindern, faſt eben ſo, wie Leslie.

Dieſe Erklärung der thieriſchen Wärme ward mit großem Beyfall aufgenommen, zumal da nach der erſten Ausgabe des Werks die gemeine Luft 69 mal mehr Capacität, als die fixe, beſitzen ſollte, welches dem damals gemachten Ueberſchlage über die Menge der von ihr abgeſetzten Wärme eine auffallende Wahrſcheinlichkeit gab. Nach den neuern Beſtimmungen aber iſt dieſes Verhältniß über alle Maaße herabgeſetzt worden, indem ſelbſt der reinſten Luft nur etwa $4\frac{4}{5}$, und der gemeinen nur $1\frac{5}{7}$ mal mehr Capacität, als der fixen, zugeſchrieben wird.

Ich habe einige ſtarke Gründe, mit welchen das crawfordiſche Syſtem überhaupt von den Herren de Lüc, Gren u. a. beſtritten worden iſt, bereits bey den Worten **Feuer** (Th. II. S. 227 u. 230), **Verbrennung, Wärme, ſpecifiſche**, angegeben. Wichtige Zweifel dagegen hat auch **Eduard Fryer** (Diſſ. de vita animantium et vegetantium. Lugd. Bat. 1785. 8.) erhoben. Was ſich gegen die Theorie der thieriſchen Wärme insbeſondere einwenden läſt, iſt folgendes. Wenn man auch den Schluß von der durch Verſuche mit Mengungen beſtimmten Capacität oder comparativen Wärme der Körper auf die Menge ihrer abſoluten Wärme als richtig zugiebt, ſo iſt doch gewiß, daß die Reſultate ſolcher Verſuche unrichtig werden, wenn die dabey vermengten Stoffe einander auflöſen oder verdicken, wodurch ſich ihre Capacitäten offenbar während des Verſuches ändern, ſ. **Wärme, ſpecifiſche**. Da nun dies der Fall iſt, wenn mehlige Samen, Fleiſch, Blut u. ſ. w. mit Waſſer vermiſcht werden, ſo kan man die durch ſolche Verſuche beſtimmten Capacitäten und abſoluten Wärmen der Nahrungsmittel und des Bluts nicht als richtig beſtimmt anſehen. Was die Luftgattungen betrift, ſo ſind ihre Capacitäten durch ſehr geringe Veränderungen der Temperatur geſucht, welche nicht über $\frac{1}{10}$ fahrenheit. Grad betragen, und die ungemein große Abweichung der neuern Beſtimmungen von den ältern macht ihre Zuverläßigkeit nicht wenig verdächtig. Die Beſtimmung der Capacität des Waſſerdampfs gründet ſich auf ein ſehr zuſammengeſetztes Verfahren, wobey es als ausgemacht angenommen

wird, daß der Waſſerdampf aus reiner und brennbarer Luft beſtehe, und daß man die beym Verbrennen entſtehende Hitze zum Maaße der comparativen Wärme brauchen könne, welches alles noch wichtigen Zweifeln unterworfen iſt. Ueberdies iſt es nicht entſchieden, ob die beym Ausathmen erſcheinende fixe Luft durch ihre Verbindung mit Phlogiſton aus der reinen Luft entſtehe, oder ob ſie ein Educt aus dem thieriſchen Körper und ſeinen Theilen ſey. Mithin beruhen alle dieſe Hauptſätze des Syſtems auf ſehr unſichern Gründen.

Den Einwurf, daß die geglaubte Menge abſoluter Wärme in der reinen Luft ſehr zuſammenſchwinde, wenn man ſie mit der comparativen Wärme des Waſſers, nicht bey gleichen Gewichten, ſondern unter gleichen Räumen, vergleiche, würde ich doch gegen Crawford nicht brauchen. Es iſt wahr, daß ſie dann gegen das Waſſer von $4\frac{3}{4}$ bis auf $\frac{1}{168}$ herabſinkt; aber die Wärmen der fixen Luft und des Dampfs ſinken alsdann faſt in eben dem Verhältniße herab, und ſtehen gegen die Wärme der reinen Luft wenig anders, als vorher bey gleichen Maſſen.

Dagegen iſt der allgemeine Satz, daß jede Verbindung mit Phlogiſton die Capacität oder Menge der abſoluten Wärme vermindere, keinesweges erwieſen, und ſelbſt nach Crawfords Verſuchen beträchtlichen Ausnahmen unterworfen, ſ. Wärme, ſpecifiſche. Auch müſten nach dieſem Satze die Theile des Körpers, welche ihr Phlogiſton an das Blut abgeben, dadurch eine größere Capacität erlangen, und die Wärme, welche das Blut fahren läſt, ſo verſchlucken, daß keine fühlbare Wärme mehr übrig bliebe. Nimmt man endlich mit Herrn Gren an, daß beym Ausathmen die fixe Luft und der Waſſerdampf aus dem Körper kommen, und die Luft- und Dampfform erſt durch die Operation des Athmens erhalten, ſo wird eine ſehr große Menge freyer Wärme bey Hervorbringung dieſer Formen verlohren gehen, welches die Entſtehung und Unterhaltung der fühlbaren Wärme durchs Athmen eher unwahrſcheinlich macht.

Herr Gren (Journal der Phyſik 1790. 2tes Heft, S. 196.) zieht daher noch immer die Behauptung vor, daß die

Verdauung der Nahrungsmittel, nebſt den übrigen Miſchungsveränderungen der Säfte beym Kreislaufe und den Secretionen eben ſo Wärme entwickle, wie in unzählbaren Fällen, auch auſſer dem thieriſchen Körper, durch Auflöſungen, Miſchungen, Gährung organiſcher Stoffe u. ſ. w. Wärme entbunden wird. Er glaubt, wer in der Kälte ſeinen Magen mit einem guten Vorrathe zu verdauender Speiſen verſehen habe, werde der Kälte weit eher und länger Troz bieten können, als wenn er bey leerem Magen noch ſo viel athmen, und die Quelle der Wärme in der eingeſogenen Luft ſuchen wollte.

Edward Rigby (Eſſay on the theory of the production of animal heat etc. London, 1785. 8.) läſt die Wärme der Thiere theils durch die Lungen aus der gemeinen Luft, theils aber auch hauptſächlich durch die Verdauung im Magen und übrigen Speiſecanal aus den zerſetzten Nahrungsmitteln entſtehen. Er führt an, beym Verdauen werde eben ſo Wärme entbunden, wie beym Gähren, Faulen, Keimen der Samen, und andern chymiſchen Veränderungen der thieriſchen und vegetabiliſchen Stoffe. Daß der Magen der Siz einer beträchtlichen Wärme ſey, beweiſe ſchon das Gefühl der Wärme in der Gegend deſſelben. Der Magen erzeuge die Wärme; durch die Haut gehe ſie wieder verlohren: man genieße daher in heiſſen Gegenden oder im Sommer überhaupt weniger, oder doch weniger ſubſtantielle Nahrung, als in kalten Ländern oder im Winter; auch ſey aus dieſem Grunde die Eßluſt bey arbeitenden und der freyen Luft ausgeſetzten Perſonen ſtärker, und der Hunger werde durch die Kälte vermehrt. Im geſunden Körper herrſche ein Gleichgewicht zwiſchen Verluſt und Erſatz der Wärme; wenn dieſes geſtört werde, ſo entſtehen Krankheiten, z. B. Bleichſucht, Schwäche, Kälte, Zuſammenſchrumpfen von zu weniger Nahrung oder von Unfähigkeit zu verdauen; übermäßige Wärme, Neigung zum Fettwerden und zu Entzündungskrankheiten von zu vieler Nahrung bey guter Verdauung, und von unterdrückter Ausdünſtung. Ueberhaupt ſey eine Abſetzung der Hitze in Fett wahrſcheinlich, indem ein Theil des aus den

Nahrungsmitteln entwickelten Wärmeſtofs in gebundenem Zuſtande in den Stof des Körpers aufgenommen, und daraus ein organiſcher Theil gebildet werde, der als Fett oder Zellſtof in der Jugend zum Wachsthum beytrage, im reifern Alter aber die Maſſe erhalte und erneure; der übrige Theil der Wärme bleibe im empfindbaren Zuſtande, und theile ſich in ſolchem der Atmoſphäre mit. Der V. beſtätiget dieſe Theorie noch durch eine Menge Beobachtungen (ſ. Gothaiſches Magazin für das Neuſte aus d. Phyſik und Naturg. IV. B. 4 St. S. 82 u. f.), die den Urſprung der thieriſchen Wärme aus der Verdauung und den Verwandlungen der Säfte überhaupt ſehr wahrſcheinlich machen.

Alb. Halleri de partium corp. hum. fabrica et functionibus. Bernae et Lauſ. 1778. 8. To. IV. L. VI. Sect. III. §. 8. ſqq.

Briſſon Dictionnaire raiſ. de Phyſ. Art. *Chaleur animale*.

Gren Journal der Phyſik. Jahr 1790. 1ſtes u. 2tes Heft, S. 1 u. f. 189 u. f.

Wärmemaaß, ſ. Thermometer.

Wärmemeſſer, Eisapparat des Lavoiſier und de la Place, Apparatus glacialis, caloris menſuram exhibens, *Appareil de glace pour meſurer la chaleur.* Die von **Wilke** und **Black** angegebnen Methoden, ſpecifiſche Wärmen der Körper durch Mengung und Beobachtung der Temperatur zu beſtimmen, (ſ. **Wärme ſpecifiſche**), ſind theils in der Ausübung unbequem und unſicher; theils reichen ſie an ſich nicht zu, die Verhältniße der latenten **Wärme** zu beſtimmen, welche bey chymiſchen Verbindungen der Stoffe, bey Veränderungen ihrer Form, beym Athmen, Verbrennen u. ſ. w. entbunden wird. Aus dieſen Gründen fanden ſich die Herren **Lavoiſier** und **de la Place** (Mem. ſur la chaleur in den Mem. de l'acad. roy. des ſc. ann. 1780. Paris, 1783. p. 355 ſqq. überſ. in **Lavoiſier** phyſikaliſch-chemiſchen Schriften von **Weigel**. III. B. Greifsw. 1785. 8. S. 292 u. f.) bewogen, auf ein anderes Maaß des aus den Körpern gehenden Wärmegehalts zu denken. Sie fanden dieſes Maaß auf eine ſehr ſinnrei-

che Art in der Menge des Eiſes, welche die den Körpern entzogne Wärme zu ſchmelzen vermag.

Zwar hatte ſchon vorher Herr **Wilke** (Neue ſchwed. Abhandl. II. B. 1781.) eben dieſen Gedanken geäuſſert; aber die Schwierigkeit, das vom Schnee abgeſchmolzne Waſſer genau zu meſſen, die beträchtliche Zeit, welche dergleichen Verſuche erfordern, und die beſtändige Mittheilung von äuſſerer Wärme, welche der Schnee durch die Luft und die umgebenden Körper erhält, hatten ihn bewogen, wieder zu der Methode der Mengungen zurückzukehren.

Lavoiſier und **de la Place** fanden Mittel, einem großen Theile dieſer Schwierigkeiten abzuhelfen. Man ſtelle ſich vor, der zu unterſuchende Körper liege in einer hohlen Eiskugel, und die Temperatur der äuſſern Luft ſey nur nicht unter Null; ſo wird die Eiskugel, welche man von beliebiger Dicke annehmen kan, keine Wärme von der äuſſern Luft durchleiten; indem alle ihr von auſſen mitgetheilte Wärme verwendet wird, um die äuſſern Lagen des Eiſes zu ſchmelzen. So iſt alſo der zu unterſuchende Körper den Einwirkungen der umgebenden Luft ganz entzogen. Man braucht alſo nur noch das von auſſen abgeſchmolzene Waſſer von dem, das aus dem Innern der Kugel kömmt, genau abzuſondern, ſo wird das letztere, welches durch die dem Körper entzogne fühlbare Wärme geſchmolzen iſt, einen der Menge dieſer Wärme ſtets proportionalen Ausdruck geben.

Zween Maſſen a und b, von den Temperaturen m und n, werden, eine nach der andern, in die Eiskugel gebracht, und ſo lang darinn gelaſſen, bis ſie auf 0 erkaltet ſind. Sie ſchmelzen dabey die Mengen Eis A und B. Man fragt, wie ſich ihre ſpecifiſchen Wärmen α und β (d. i. die Mengen, welche ſie bey gleichen Maſſen und gleichen Temperaturen während der Erkältung geſchmolzen haben würden) verhalten

Aufl. Es iſt $A : B = \alpha : \beta$ für $a = b$; $m = n$

$A : B = m : n$ für $a = b$; $\alpha = \beta$

$A : B = a : b$ für $m = n$; $\alpha = \beta$

alſo $A : B = \alpha am : \beta bn$

d. i. weil jeder Körper deſto mehr Eis ſchmelzt, je mehr er Maſſe hat, je höher ſeine fühlbare Wärme über Null anſteigt, und je mehr er Wärmeſtof bey gleicher Verminderung der fühlbaren Wärme abſetzt, ſo ſind die geſchmolzenen Eismengen im zuſammengeſetzten Verhältniße der Maſſen, Temperaturen (über dem Eispunkte) und ſpecifiſchen Wärmen. Hieraus folgt

$$\alpha : \beta = \frac{A}{am} : \frac{B}{bn}.$$

Läſt man alſo die Maſſe b einmal für immer Waſſer bedeuten, deſſen ſpecifiſche Wärme $\beta = 1$ iſt, und das bey 60 Grad Temperatur (nach Reaumur) eine gleichgroße Eismaſſe ſchmelzt, ſo iſt $n = 60$; $B = b$; mithin

$$\alpha = \frac{60.\,A}{am}.$$

Ex. 7,707 Pfund Eiſenblech, 78 Grad warm, haben 1,102 Pfund Eis geſchmolzen. Hieraus findet ſich die ſpecifiſche Wärme des Eiſenblechs $= \frac{60.\,1,102}{7,707.\,78} = \frac{11,02}{100,19}$ $= 0,10999$.

Flüßige Materien kan man in Gefäße einſchließen, deren ſpecifiſche Wärme und Maſſe bekannt iſt. So wird das Verfahren das nemliche ſeyn; nur wird man von der geſchmolzenen Waſſermenge ſo viel abziehen müſſen, als durch die Erkältung des Gefäßes allein geſchmolzen iſt. Es heiſſe des Gefäßes Maſſe c; ſeine ſpecifiſche Wärme γ; die Temperatur, zu welcher das Gefäß mit der darinn befindlichen Flüßigkeit gebracht iſt, m; ſo wird die durch Erkaltung des Gefäßes allein geſchmolzene Waſſermenge $= \frac{cm\gamma}{60}$ ſeyn. Heißt nun die Menge des ſämmtlichen geſchmolzenen Waſſers C, ſo hat man

$$A = C - \frac{cm\gamma}{60}, \text{ und}$$

$$\alpha = \frac{60 A}{am} = \frac{60. C - cm\gamma}{am}$$

Ex. 4 Pfund Salpeterſäure in einem gläſernen $\frac{17}{32}$ Pf. ſchweren Kolben, zuſammen 80 Grad warm, im Eisapparat bis 0 abgekühlt, haben 3,6640625 Pfund Eis geſchmelzt; die ſpecifiſche Wärme des Glaſes iſt = 0,1929. So giebt die Formel die ſpecifiſche Wärme der Salpeterſäure oder

$$\alpha = \frac{60. 3,6640625 - \frac{17}{32}. 80. 0,1929}{4. 80} = 0,661391.$$

Um die Wärme zu beſtimmen, welche bey chymiſchen Verbindungen gewiſſer Stoffe entbunden wird, bringt man dieſe Stoffe, nebſt dem Gefäße, das ſie enthalten ſoll, ſämmtlich zur Temperatur 0, vermengt ſie alsdann in der Eiskugel, wo ſie ſich erwärmen, und bis zu ihrer Wiedererkaltung auf 0 eine Waſſermenge ſchmelzen, welche das Maaß der entbundenen Wärme iſt. Die ſcharfſinnigen Erfinder dieſer Methode haben auch Formeln angegeben, nach welchen man den bey gewiſſen Verbindungen bewirkten Grad der Kälte, ingleichen das Maaß derjenigen Wärme finden kan, welche die Körper bey ihrer Schmelzung binden, und bey ihrem Geſtehen wieder frey laſſen. Hier könnten dieſe Formeln ohne allzugroße Weitläufigkeit nicht beygebracht werden, daher ich ihrentwegen auf den angeführten Aufſatz der Verfaſſer ſelbſt verweiſe. Noch ſchöner und in einer netten Kürze findet man alle dieſe Formeln bey Baader (Vom Wärmeſtof S. 176 u. f.). wo ihnen Herr Täzel, Profeſſor der Mathematik und Phyſik in München, eine ſehr bequeme Einrichtung gegeben hat.

Zu Beſtimmung der Wärme, welche das Verbrennen und Athmen entwickeln, wird man Körper in der Eiskugel verbrennen und Thiere darinn athmen laſſen, hiebey aber zu Erneurung der Luft eine Gemeinſchaft zwiſchen dem innern Raume und der Atmoſphäre unterhalten, aus welchem Grunde denn die Temperatur der äuſſern Luft zur Zeit ſolcher Verſuche = 0, oder doch wenig davon unterſchieden

ſeyn muß, wenn ſie keinen Fehler in die Reſultate bringen ſoll.

Bey Unterſuchung der ſpecifiſchen Wärme der Gasarten würde man, wegen ihrer geringen Dichte, viel zu wenig geſchmolzenes Eis erhalten, wenn man ſich begnügte, ſie blos, wie andere Flüßigkeiten, in Gefäße einzuſchließen. Die Erfinder ſchlagen daher vor, eine ſpiralförmig gewundene Röhre in die Kugel zu ſtellen, darinn einen Luftſtrom zu bewirken, und durch zwey Thermometer, welche in dieſen Strom bey ſeinem Ein- und Austritte in das Innere der Kugel geſtellt würden, die Zahl der Grade zu meſſen, um welche die Luft bey ihrem Durchgange abgekühlt wird. So würde man eine beträchtliche Menge Luft von bekannter Maſſe abkühlen, und die Grade der Abkühlung mit dem Gewichte des geſchmolzenen Waſſers vergleichen können.

Die bisher ſupponirte Eiskugel iſt nur darum angenommen worden, um die Allgemeinheit der Methode in der Kürze zu überſehen. Da es ſchwer halten würde, ſich ſolche Kugeln wirklich zu verſchaffen, ſo ſubſtituiren die Verfaſſer dafür folgenden **Eisapparat**.

Der innere Raum einer Maſchine von verzinntem Eiſenblech iſt in drey Fächer getheilt, ein inneres, mittleres und äuſſeres, welche ringsum einander umſchließen. Das innere Fach wird durch ein Gitter von Eiſendrath begrenzt, welches von einigen eiſernen Füßen getragen wird; damit man es öfnen könne, hat es einen Deckel, der oben ganz offen iſt, und deſſen Boden aus einem Drathnetze beſteht. Dieſer Deckel läſt ſich abheben, und ſo kan man den zu unterſuchenden Körper in den innern Raum des Fachs einlegen.

Das mittlere Fach enthält das Eis, welches durch die Wärme des Körpers geſchmolzen wird. Dieſes Eis wird von einem Roſte getragen, unter welchem ein Sieb befindlich iſt; das abfließende Waſſer läuft durch dieſes Sieb in eine Röhre mit einem Hahne, durch den man es in ein untergeſtelltes Geſchirr auslaſſen kan. Das äuſſere Fach endlich iſt zur Aufnahme desjenigen Eiſes beſtimmt, das die Wärme der Luft und der umgebenden Körper abhalten ſoll;

das Waſſer, ſo davon abthaut, fließt in ein beſonderes mit einem Hahne verſehenes Rohr. Sehr weſentlich iſt es hiebey, daß zwiſchen dem mittlern und äuſſern Fache keine Gemeinſchaft ſtatt finde, weil ſonſt das von der äuſſern Wärme geſchmolzene Waſſer mit in die Röhre des mittlern Faches würde laufen können. Die ganze Maſchine iſt noch mit einem Deckel bedeckt, der oben offen iſt, damit man Eis über ſeinen Boden legen könne.

Um den Verſuch anzuſtellen, füllt man das mittlere Fach, den Deckel des innern Fachs, das äuſſere Fach und den Deckel der ganzen Maſchine mit zerſtoßenem Eiſe, wovon beſonders das im mittlern Fache und innern Deckel wohl geſtoßen und ſtark eingedrückt werden muß, läſt alles wohl auslaufen, öfnet die Maſchine, um den zu unterſuchenden Körper hineinzuthun, verſchließt ſie wieder und wartet, bis der Körper völlig erkältet, und alles hinlänglich abgelaufen iſt, worauf man das aus dem mittlern Fache gefloßne Waſſer wiegt. Verſuche dieſer Art währen 15 — 20 Stunden. Die Körper liegen in einem blechernen Eimer oder gläſernen Kölbchen mit einem Korkſtöpſel, durch welchen die Röhre eines kleinen Thermometers geht.

Iſt die Temperatur der äuſſern Luft über Null, ſo kan ſie nicht an das mittlere Fach gelangen, weil ſie von dem Eiſe des äuſſern verzehrt wird: beym Froſte aber würde die kältere Temperatur durch die äuſſere Eislage dringen, daher man alsdann den Verſuch in geheizten Zimmern anſtellen muß. Auch darf die Temperatur des gebrauchten Eiſes nicht unter Null ſeyn. Wenn die äuſſere Luft 9 — 10 Grad warm iſt, ſo geht die kalte Luft des innern Fachs durch die Röhre, die das Waſſer abführt, aus, und die wärmere dringt von auſſen durch den obern Theil der Maſchine ein, und ſchmelzt mehr Eis, als zerfließen ſollte. Dieſen ſchädlichen Luftſtrom hindert man, wenn man den Hahn verſchließt; beſſer iſt es aber, die Verſuche bey einer äuſſern Temperatur von 3 — 4 Grad anzuſtellen.

Bey den Reſultaten ihrer Verſuche haben die Herren Lavoiſier und de la Place die zur Schmelzung des Eiſes erforderliche Wärme = 60 Grad der Scale von 80 Thei-

len, oder = ¾ derjenigen Wärme angenommen, welche ein gleiches Gewicht Waſſer vom Eispunkte bis zum Siedpunkte erheben könnte. Nach **Wilkes** Verſuchen iſt ſie nur 72 Grad der ſchwediſchen (57⅗ Reaum.), nach **Black** 140 der fahrenheitiſchen Scale (62⅖ Reaum.) ſ. **Wärme**, daß alſo die hier angenommene Beſtimmung ziemlich das Mittel hält. Herr **Weigel** bemerkt, ſelbſt nach Wilkes Verſuchen lieſſe ſich 73 — 74 Grad (58⅖ — 59⅕ Reaum.) annehmen, und der noch übrige Unterſchied könne vielleicht daher rühren, daß Wilke Schnee, die franzöſiſchen Gelehrten aber Eis gebrauchen.

Auf dieſe Art fanden ſie nun folgende Beſtimmungen eigenthümlicher Wärmen:

Gemeines Waſſer	1
Eiſenblech	0,109985
Kryſtallglas, ohne Bleygehalt . .	0,1929
Queckſilber	0,029
Ungelöſchter Kalk	0,21689
Waſſer u. ungelöſcht. Kalk im Verh. 9:16 .	0,439116
Vitriolöl an eigenth. Gewicht 1,87058 .	0,334597
Vitriolöl und Waſſer im Verh. 4 : 3 .	0,603162
. . . . . . im Verh. 4 : 5 .	0,663102
Salpeterſäure an eigenth. Gew. 1,29895 .	0,661391
Salpeterſäure u. ungelöſcht. Kalk im Verhältniß 9⅓ : 1	0,61895
Ein Theil Salpeterſ. mit 8 Theilen Waſſer	0,8167

und folgende Mengen Eis, ſo von einem Pfunde der Miſchung zergiengen:

	Pf.	Unz.	Qu.	Gr.
Von Vitriolöl u. Waſſ. im Verh. 4 : 3	—	14	2	62
— . . . im Verh. 4 : 5	—	12	6	48
— Waſſer und ungelöſchter Kalk im Verh. 9 : 16 . . .	1	8	3	60
— Salpeterſäure und ungelöſchter Kalk im Verh. 9⅓ : 1 .	1	—	2	—

ingleichen folgende Mengen, ſo durch Verbrennung und thieriſche Wärme zerſchmolzen:

	Pf.	Unz.	Qu.	Gr.
Durch Verpuffung 1 Unze Salpeter mit $\frac{1}{3}$ Unze Kohlen .	—	12	—	—
Durch Verpuffung 1 Unz. Salpeter mit 1 Unz. Schwefelbl.	2	—	—	—
Durch Verbrennung 1 Unz. Phosphorus	6	4	—	48
. . . 1 Unz. Vitrioläther	4	10	2	36
. . . 1 Unze Kohlen	6	2	—	—
Durch die Wärme eines Meerſchweinchens (*Cochon d'Inde*, Mus Porcellus *Linn.*) in 10 Stunden . .	—	13	1	13$\frac{1}{2}$

Die Erfinder dieſer ſinnreichen Methoden verlangen ſelbſt nicht, ihre Reſultate für etwas mehr zu halten, als für Verhältniße der Unterſchiede von Wärmemengen, welche nöthig ſind, um die Temperaturen verſchiedener Körper durch gleich große Stufen zu erhöhen. Sie erinnern ausdrücklich, daß man noch nicht glauben dürfe, hiedurch etwa Verhältniße der abſoluten Wärmemengen gefunden zu haben: auf dieſe zu ſchließen, würde nur dann erlaubt ſeyn, wenn man gewiß wüßte, daß dieſe Unterſchiede durch alle möglichen Stufen der Temperatur in einerley unveränderlichem Verhältniße blieben. Um dieſes zu unterſuchen, müßte man prüfen, ob die geſchmolzenen Eismengen bey einer Abkühlung von 300 — 400 Graden noch in eben dem Verhältniße blieben, in welchem ſie bey Abkühlungen von 60 bis 80 Graden ſtehen u. ſ. f.

Dieſe Methode iſt alſo von der Wilkiſchen und Blackiſchen nur dadurch unterſchieden, daß ſie die Verhältniße der Unterſchiede des Wärmegehalts auf eine directe Art, durch die unmittelbare Wirkung des ganzen entbundenen Wärmegehalts ſelbſt, ſuchet, und daher die Veränderungen

der latenten Wärme mit umfaſſet; dahingegen die Methode der Mengungen dieſe Unterſchiede indirect, durch einen Schluß aus der Fähigkeit auf die wirklich übergegangene Wärme, findet, und daher allemal vorausſetzt, daß ſich die Fähigkeit während des Verſuchs nicht ändere. Vergleicht man die hier angegebnen ſpecifiſchen Wärmen mit denen, welche durch Mengungen beſtimmt in der Tabelle beym Worte **Wärme, ſpecifiſche,** vorkommen, ſo findet man doch einige Abweichungen; die Wärme des Queckſilbers, Eiſens und ungelöſchten Kalks iſt dort etwas größer, die des Glaſes etwas kleiner, als hier, angegeben. Flüßige Materien, die in der Hitze flüßiger werden, mögen wohl dabey mehr latente Wärme aufnehmen, und eine größere Capacität erhalten. Ja wer weiß, ob nicht feſten etwas ähnliches wiederfährt, da ſie durch die Hitze wenigſtens lockerer und biegſamer werden?

De la Place macht einen Verſuch, aus der Wärme, welche bey chymiſchen Vermiſchungen entbunden wird, auf das Verhältniß der abſoluten Wärmemenge des Waſſers bey der Temperatur Null, zu der, welche ſeine Temperatur um 1 Grad erhöhen kan, zu ſchließen, indem er vorausſetzt, daß die freye Wärme vor und nach der Vermiſchung einerley ſey, und daß ſich die abſoluten Wärmemengen, wie die ſpecifiſchen, verhalten. So findet er eine Formel, welche die Wärmemenge im Waſſer ausdrücken muß, wenn die Menge des durch Abkühlung der Miſchung geſchmolzenen Eiſes, ingleichen die gemiſchten Maſſen, nebſt ihren und der Miſchung ſpecifiſchen Wärmen, bekannt ſind. Aber bey der wirklichen Anwendung dieſer Formel auf die angeſtellten Verſuche fallen die Werthe der abſoluten Wärmemenge im Waſſer höchſt verſchieden aus, und der Verſuch der Miſchung von Salpeterſäure und ungelöſchtem Kalk giebt ſogar einen negativen, alſo phyſiſch unmöglichen, Werth. Nun erinnert zwar Herr **de la Place**, dieſe Widerſprüche könnten von geringen Fehlern in den Verſuchen herrühren, für die er nicht einzuſtehen wage; er ſcheint aber doch endlich ſelbſt zu vermuthen, daß die wahre Urſache in der Unrichtigkeit der Vorausſetzungen liege, und daß alſo ent-

weder die freye Wärme vor und nach der Vermiſchung nicht einerley ſey, oder daß ſich die abſoluten Wärmemengen ganz anders, als die ſpecifiſchen Wärmen, verhalten.

Im übrigen macht zwar dieſer Eisapparat eine der ſinnreichſten Anwendungen der Lehre von ſpecifiſcher und gebundner Wärme aus; aber er erfordert auch eine ſo feine Behandlung und ſo große Genauigkeit, daß man nur unter den Händen ganz vorzüglicher Experimentatoren brauchbare Reſultate von ihm erwarten kan.

Abhandlung von der Wärme, in Lavoiſiers phyſikal. chemiſchen Schriften, a. d. franz. v. Weigel, III. Band, Greifsw. 1785. 8. S. 292 u. f.

Baader vom Wärmeſtoff. Wien und Leipzig 1786. 4. S. 173 u. f.

Wärmeſammler, Condenſator der Wärme, Feuerſammler, Collector ſ. Condenſator caloris, *Collecteur du feu ou de la chaleur.* Eine Vorrichtung, durch welche man die fühlbare Wärme beträchtlich anhäufen kan, indem man Sonnenſtralen, oder ſtralende Hitze, durch mehrere parallele Glasſcheiben hindurchgehen läſt.

Es war längſt bekannt, daß vielfache Bedeckung mit Glasſcheiben oder gläſernen Glocken, welche ein wenig auseinander ſtehen, und Luft zwiſchen ſich faſſen, die von den Sonnenſtralen erregte Wärme ſehr zuſammenhält. Die doppelten oder dreyfachen Fenſter der Treibhäuſer und Treibbeete, die Glasglocken, worunter man gewiſſe Früchte zur Reife bringt u. ſ. w. ſind einleuchtende Beweiſe hievon. Das ganze Phänomen gründet ſich darauf, daß das Glas ein ziemlich ſchlechter Leiter der Wärme iſt, hingegen das Licht in genugſamer Menge durchläßt, um in den Körpern, die daſſelbe zuletzt aufnehmen, Wärme zu erregen. Wenn ſich nun dieſe fühlbare Wärme nicht ſo ſchnell, als ſie entſteht, mittheilen und zerſtreuen kan, ſo muß ſie im Fortgange der Zeit die Temperatur des bedeckten Körpers anſehnlich erhöhen.

Inzwiſchen hätte man doch nicht gedacht, daß ſich dieſes Zuſammenhalten der Wärme ſo weit treiben ließe, als

jetzt bekannt iſt. Es gelang zuerſt Herrn de Sauſſure, in einem Kaſten, in welchen das Sonnenlicht durch drey einander parallele Plangläſer fiel, Waſſer kochen zu machen, ja ſogar die Hitze noch 17¼ fahrenheitiſche Grade über den Siedpunkt zu treiben. Dies war im Jahre 1783 durch Briefe bekannt geworden, als Herr Ducarla in Paris (Journal de Paris. 1784. Num. 81. ingl. Journal general de France vom 1 May 1784. u. *Ducarla* du feu complet. à Paris, 1785. 8.) die Beſchreibung eines hiezu eingerichteten Apparats unter dem Namen des **Feuerſammlers** (*Collecteur du feu*) herausgab, und mit einer eignen Theorie begleitete.

Dieſer Wärmeſammler beſteht aus einer beliebigen Anzahl gläſerner Glocken oder Cylinder, die ſich oben in Halbkugeln endigen, und ſo dünn, durchſichtig und ſtralenbrechend, als möglich ſeyn müſſen. Die Halbmeſſer dieſer Glocken werden ſtufenweiſe immer um 3 Lin. größer, z. B. der Halbmeſſer der innerſten hat 36, der der zweyten 39, der dritten 42 Linien u. ſ. f. Eben ſo wachſen die Höhen des cylindriſchen Theils dieſer Glocken, z. B. die Höhe der innerſten iſt 3, die der zweyten 6, der dritten 9 Linien u. ſ. w.

Alle dieſe Glocken ſtehen auf einem hohlen, dünnen ſchwarzen und undurchſichtigen Kegel, der in der Mitte ſeiner Axe ſenkrecht abgeſtumpft iſt. Die kleine Grundfläche des Kegels iſt im Halbmeſſer um 3 Lin. kleiner, als die Grundfläche der kleinſten Glocke: die größere Grundfläche hat 3 Lin. mehr, als die der gröſten Glocke. Herr Ducarla hat auſſer dieſen weſentlichen Stücken den Apparat noch mit einigen zufälligen verſehen, z. B. mit Kappen, Deckeln, einer maſſiven ſchwarzen Halbkugel, die auf die kleinere Grundfläche des abgeſtumpften Kegels zu liegen kömmt, und einem Büffonſchen Planſpiegelſyſtem. Er läſt von Norden nach Süden zu eine kleine Gallerie durch alle Glocken hindurchgehen, welche bis an die maſſive Halbkugel reicht, und ſo viel Oefnungen hat, als ſie faſſen kan. In dieſer Gallerie haben diejenigen Dinge ihren Platz, die man durch den Apparat ſchmelzen, calciniren oder ſublimiren will; man öfnet ſie aber nicht öfter, als es nöthig iſt, Gebrauch davon zu machen.

Wenn man dieſen Apparat dem Sonnenſcheine eines ſchönen Frühlingstages ausſetzt, ſo ſammlet ſich darinn eine ſolche Menge fühlbarer Wärme, daß dieſelbe nach Herrn Ducarla Behauptung im Stande iſt, einen Keſſel voll Eiſen, von mehr als einer Toiſe im Durchmeſſer, in Fluß zu bringen.

Es ſammlet aber dieſe Geräthſchaft nicht blos die Wärme, welche die Sonnenſtralen erregen, ſondern auch diejenige, welche durch die ſtralende Hitze brennender Materien hervorgebracht wird. So kan man ſie bey chymiſchen Oefen und in Manufacturen, welche viel Feurung erfordern, mit großer Erſparniß der brennbaren Materialien anwenden. Man darf nur bedenken, daß bey der gewöhnlichen Art, das Ofenfeuer anzubringen, von der ganzen phyſiſchen Wirkung deſſelben erſtaunlich viel verlohren geht, ohne die Materien, die man dem Feuer ausſetzen will, wirklich anzugreifen. Man muß alſo dieſen Verluſt einzuſchränken ſuchen, indem man den Ofen iſolirt, d. h. indem man ihn ſowohl von der Atmoſphäre als von der Erde, durch angebrachte dünne Hüllen abſondert, die abwechſelnd aus einer ſehr dichten und einer ſehr dünnen Materie beſtehen (wie im Apparate aus Glas und Luft). Dieſe Hüllen können auch aus undurchſichtigen Materien z. B. Metallen, Holz, Pappe u. dergleichen, gemacht werden, wenn man blos Zuſammenhaltung ſtralender Hitze zur Abſicht hat; nur muß man ihnen Oefnungen geben, um dadurch den zur Feurung nöthigen Luftzug zu unterhalten.

Die Theorie dieſes Wärmeſammlers baut Herr Ducarla ganz allein auf den Satz, daß ſich die Wärme an Flächen, wo ſich zwey verſchiedene Mittel berühren, im Verhältniße der Dichten dieſer Mittel mittheile. Da nun das Glas ohngefähr 2000mal dichter iſt, als die Luft, ſo läſt ſich annehmen, daß bey gleicher Temperatur (und gleichen Capacitäten oder ſpecifiſchen Wärmen) das Glas in gleichem Raume eine 2000mal größere Wärmemenge, als die Luft, enthalte. Wenn ſich alſo Wärme an einer Fläche mittheilt, wo ſich Glas und Luft berühren, ſo theilt jenes dieſer 2000 Grade mit, indem es nur einen einzigen

verliert; die Luft hingegen theilt dem Glaſe nur $\frac{1}{2000}$ Grad mit, indem ſie 1 Grad verliert. Der obige Apparat nun nimmt eben ſo viel Wärme an, als ob er ganz aus Glas beſtünde (weil doch ſeine ganze Maſſe aus 2000 Theilen Glas und nur 1 Theil Luft beſteht); dagegen verliert er nur ſo wenig Wärme, als ob er aus Luft beſtünde, weil er in Rückſicht der Räume zwiſchen den Glocken wirklich aus Luft beſteht. Seine Mittheilung an die äuſſere Luft wird alſo 2000 mal geringer ſeyn, als wenn er ganz aus Glas beſtünde. Oder, was eben ſo viel iſt, die abwechſelnden Glocken von Glas und Luft berühren ſich in 2000 mal weniger Punkten, als wenn der ganze Apparat durchaus von maſſivem Glaſe wäre; die ganze Wärmemenge hat alſo 2000 mal weniger Wege, ſich von der Mitte nach der Oberfläche fortzupflanzen.

Nun möchte ich zwar die genaue mathematiſche Richtigkeit dieſer Schlüße nicht in aller Schärfe behaupten; auch hängt die Geſchwindigkeit der Mittheilung gewiß nicht von der Dichte der Mittel allein, ſondern zugleich von ihrer Capacität und andern Umſtänden ab, welche ihr wärmeleitendes Vermögen beſtimmen, ſ. **Wärme.** Allein man kan doch nicht läugnen, daß bey Mitteln, wie Glas und Luft, die ſich ſo ſehr an Dichtigkeit unterſcheiden, bey weitem das meiſte auf dieſen Unterſchied ankömmt; und alſo iſt die gegebne Erklärung des Phänomens immer nicht zu verwerfen.

Alles kömmt beym Wärmeſammler darauf an, daß freye Wärme durch öfteres Anſtoßen an ſchwerer leitende Flächen aufgehalten, und dadurch an der Geſchwindigkeit ihrer Fortpflanzung gehindert, oder gar aus ſtralender Hitze in blos fortgepflanzte Wärme verwandlet wird.

Lichtenberg Magazin für das Neuſte aus der Phyſ. und Naturgeſchichte, II. Band, 4tes Stück. Gotha, 1784. 8. S. 113 u. f.

Wärmeſtof, ſ. Feuer, Wärme.

Wage, Libra, Bilanx, *Balance.* Den Namen einer **Wage** führt überhaupt jeder Hebel, der dazu dient,

das Gewicht der Körper vermittelſt eines Gegengewichts zu erfahren. Soll das Gegengewicht allemal eben ſo ſchwer ſeyn oder eben ſo viel wiegen, als der Körper ſelbſt, ſo wird ein gleicharmichter Hebel erfordert. Dieſer Fall giebt die gewöhnliche **gleicharmichte Wage**, von welcher hier die Rede iſt, da von der ungleicharmichten bereits der eigne Artikel **Schnellwage** handlet. Die **Kramerwage**, **Goldwage**, **Probirwage** u. ſ. w. ſind blos Arten der gemeinen gleicharmichten Wage, die ſich nur durch ihre verſchiedene Schärfe und Empfindlichkeit unterſcheiden.

Zur gemeinen Wage Taf. XXV. Fig. 63. dient ein gleicharmichter Hebel AB, dem eine ſolche Geſtalt gegeben iſt, daß ſein Schwerpunkt G die Länge AB halbirt. Dieſer Hebel heißt der **Wagbalken** (ſcapus, jugum, *fléau*): Wenn an demſelben die Unterlage ſo angebracht iſt, daß ſie den Schwerpunkt unterſtützt, ſo werden gleiche Gewichte in gleichen Entfernungen von ihr im Gleichgewichte ſeyn, ſ. **Hebel**. Man hängt an beyden Endpunkten die Schalen D und E mit Schnüren oder Ketten auf, welche beyde mit ihren zugehörigen Schnüren gleich ſchwer ſeyn müſſen.

Nun iſt die Abſicht der Wage, daß bey gleichen in die Schalen D und E eingelegten Gewichten P und Q der Wagbalken die horizontale (wagrechte) Stellung behalten, bey der geringſten Ungleichheit der Gewichte aber dieſe Stellung verlaſſen, jedoch dabey nicht ganz umſchlagen, ſondern nur um einen gewiſſen Winkel, den man den **Ausſchlag** nennt, von der Horizontallinie abweichen, und alsdann ſtillſtehen ſoll. Dieſer Ausſchlag ſoll deſto größer ſeyn, je größer die Ungleichheit der Gewichte P und Q iſt, damit er zugleich ein Merkmal angebe, ob das Gegengewicht einer ſtarken oder nur einer geringen Veränderung bedürfe, um dem zu unterſuchenden Körper völlig gleich zu wiegen.

Wollte man den Wagbalken in ſeinem Schwerpunkte G ſelbſt unterſtützen, ſo daß er ſich um denſelben frey drehen könnte, ſo würde dieſe Abſicht nicht erreicht werden. Bey gleichen Gewichten würde AB nicht nur in der horizontalen, ſondern auch in jeder ſchiefen Stellung ruhen, ſ. **Schwerpunkt** (Th. III. S. 928). Bey der geringſten Ungleich-

heit hingegen würde der Wagbalken ganz umſchlagen. Denn in dieſem Falle rückt der gemeinſchaftliche Schwerpunkt des Ganzen auf die Seite des ſchwerern Gewichts von G nach g hinüber; und da dieſer neue Schwerpunkt g ſich ſo lang um G dreht, bis er lothrecht darunter ſteht, ſo muß der Wagbalken ſo weit fallen, bis die Linie Gg, alſo auch die parallele AB, in eine völlig lothrechte Stellung kömmt.

Man unterſtützt daher den Wagbalken nicht im Schwerpunkte G ſelbſt, ſondern im Punkte C, der bey wagrechter Stellung des Balkens lothrecht über G liegt. So wird bey gleichen Gewichten AB nur in der horizontalen, und in keiner andern, Stellung ruhen. Denn der Schwerpunkt G, der ſich frey um C drehen kan, fällt ſo lange, bis er die tiefſte mögliche Stelle erreicht hat, d. i. bis er vertikal unter C ſteht, und bringt dadurch allemal die Linie AB in eine wagrechte Lage, ſ. **Schwerpunkt** (Th. III. S. 929).

Bey ungleichen Gewichten hingegen rückt der Schwerpunkt des Ganzen von G nach g, auf die Seite des größern Gewichts P zu. Dieſer neue Schwerpunkt g dreht ſich nun um C ſo lange, bis er lothrecht unter demſelben in Ruhe kömmt, oder bis die Linie Cg die lothrechte Stellung Cf erhalten hat. Dadurch ſchlägt AB nicht ganz um, ſondern dreht ſich nur um einen Winkel fort, welcher dem Winkel gCG gleich, oder deſſen Tangente $= \frac{Gg}{CG}$ iſt. Dieſer iſt der verlangte Ausſchlag.

Daß ſich dieſer Ausſchlag nach der Größe des Uebergewichts richte, läßt ſich ſo überſehen. Für den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt g beyder Gewichte P und Q am Hebel AB iſt nach der Formel ⊙ beym Worte **Schwerpunkt** (Th. III. S. 924.)

$$Ag = \frac{Q.\ AB}{P+Q} = \frac{\frac{1}{2}\ AB}{P+Q} \cdot 2Q$$

$$AG = \tfrac{1}{2}\ AB = \frac{\frac{1}{2}\ AB}{P+Q} \cdot (P+Q)$$

$$Gg = \frac{\frac{1}{2}\ AB}{P+Q} \cdot (P-Q)$$

mithin die Tangente des Ausſchlags $\frac{Gg}{CG} = \frac{\frac{1}{2}AB}{CG} \cdot \frac{P - Q}{P + Q}$.
Weil nun bey jeder Wage AB und CG unverändert bleiben, ſo wird ſich dieſe Tangente, wie das Uebergewicht P — Q verhalten, wofern ſich nur P + Q nicht ſehr beträchtlich ändert.

Eine Wage heißt ſchnell oder empfindlich, wenn ſie bey der geringſten Ungleichheit der Gewichte ſchon einen merklichen Ausſchlag giebt; hingegen faul, wenn der Wagbalken erſt bey einer ziemlich beträchtlichen Ungleichheit von der Horizontallinie abweicht. Vorausgeſetzt, daß ſich der Wagbalken frey und ohne alle Reibung um C drehen könne, wird die Wage deſto ſchneller ſeyn, je kleiner CG gegen AB iſt: denn die Formel zeigt, daß die Tangente des Ausſchlags für eben die Gewichte P und Q in eben dem Maaße größer werde, in welchem $\frac{AB}{CG}$ größer, oder in welchem CG kleiner iſt. Man kan alſo der Wage die gröſte Empfindlichkeit geben, wenn man den Punkt C, um den ſich der Balken dreht, ſo nahe als möglich über den Schwerpunkt G ſetzt. Fällt C mit G ſelbſt zuſammen, ſo ſind Empfindlichkeit und Ausſchlag **unendlich groß**, d. h. die Wage ſchlägt beym geringſten Uebergewichte ſchon ganz um, wie im vorigen gezeigt worden iſt.

Der Grad der Empfindlichkeit muß den Abſichten der Wage gemäß ſeyn. Die Probirwagen erfordern einen hohen Grad der Empfindlichkeit, der bey einer gemeinen Kramerwage nur beſchwerlich fallen würde. Denn in Fällen, wo man nur bis auf halbe Quentchen wiegen will, wäre es lächerlich, der Wage eine Empfindlichkeit für einzelne Grane zu geben; man würde ſie dabey niemals zum Gleichgewichte bringen können. Daher muß ſich das Verhältniß CG : AB oder CG : AC nach den Abſichten der Wage richten.

Leupold (Theatr. ſtaticum univerſale. Leipzig, 1726. fol. S. 22.) giebt zu Austheilung der Wagbalken ſehr gute praktiſche Vorſchriften. Er theilt die halbe Länge des Balkens AC für ſehr ſchnelle Wagen in 8, für gemeine Hand-

wagen in 7, für die größern Kramerwagen in 6, für Wagen zu ſehr großen Laſten nur in 5 oder 4 Theile. Mit der Helfte eines ſolchen Theils wird aus dem Schwerpunkte G ein Kreis beſchrieben, und deſſen Durchmeſſer wiederum in 8 Theile getheilt. Hieraus lehrt nun Leupold, durch weitere Zeichnung die ganze Geſtalt und alle Abmeſſungen des Balkens finden, wobey GC allemal einem Achtel des Durchmeſſers von dem ebengedachten Kreiſe gleich genommen wird. Solchergeſtalt iſt bey ihm CG : AC wie 1 : 64 für die empfindlichſten, wie 1 : 32 für die gröbſten Wagen. Für jene würde bey 1 Gran Uebergewicht auf 1000 Gran, $P = 1001$, $Q = 1000$, mithin die Tangente des Ausſchlags $= \frac{64}{1001}$ d. i. faſt $= 0{,}032$ ſeyn, wofür die Tafeln den Ausſchlag $= 1^\circ\, 50'$ geben.

Hiebey wird aber vorausgeſetzt, daß alle Reibung gänzlich vermieden ſey. Um nun das Reiben in der Ausübung wenigſtens ſo unbeträchtlich, als möglich, zu machen, wird nicht allein die ganze Wage mit Balken, Ketten und Schalen ſo leicht gebaut, als es ohne Schaden ihrer Feſtigkeit und Unbiegſamkeit im Verhältniße mit den Laſten, die ſie tragen ſoll, thunlich iſt, ſondern es wird ihr auch die beſondere Taf. XXV. Fig. 64 vorgeſtellte Art der Aufhängung gegeben. Der Wagbalken bekömmt die auf ſeiner Länge ſenkrecht ſtehende Zunge CF Fig. 63. (index, lingula, *aiguille*) und es werden auf beyden Seiten in der gehörigen Entfernung über dem Schwerpunkte G runde Zapfen angeſetzt, die ſich unten an der Stelle des Bewegungspunktes C in abgeſchärfte Schneiden, wie Keile, endigen. Mit dieſen Zapfen wird der Wagbalken in die runden Löcher oder Pfannen der aus zwey Blättern beſtehenden Zange oder Scheere (trutina, *chaſſe*) DE Fig. 64. eingelegt, ſo daß er mit den Schärfen der Zapfen in C Fig. 63. auf dem innern Umfange der Pfannen ruht, und ſich beym Drehen um C die Zapfen an den Pfannen nicht ſchieben, ſondern nur auf ihrer Schärfe C hin und her wiegen. Hiedurch wird das Reiben faſt gänzlich vermieden, ſ. **Reiben** (Th. III. S. 700): nur muß alles ſo gut und gleich gehärtet ſeyn, daß die Schärfen weder einſchneiden noch ſich abnutzen.

Wenn man die Scheere bey H hält oder aufhängt, ſo ſtellt ſie ſich durch das Gewicht des Ganzen von ſelbſt lothrecht. Spielt alsdann die Zunge genau in der Mitte der Scheere auf das im Ringe unter H befindliche Merkmal, ſo ſteht auch ſie lothrecht, mithin der Balken AB horizontal. Bleibt aber der Balken in einer ſchiefen Lage ab ſtehen, ſo weicht auch die Zunge auf die Seite des ſchwerern Gewichts in die Lage Cf, und der Winkel aCA = fCF giebt den Ausſchlag an. Die Punkte A und B, an welchen die Schalen hängen, liegen mit dem Aufhängungspunkte C in gerader Linie.

Eine **falſche Wage** iſt diejenige, deren Balken ſich bey ungleichen Gewichten dennoch wagrecht ſtellt. Dazu wird nach den Geſetzen des Hebels nothwendig eine ungleiche Länge der Arme des Wagbalkens AC und BC erfordert. Wenn eine ſolche Wage auch bey ledigen Schalen horizontal ſteht, ſo ſind die Schalen mit den Schnüren von ungleichem Gewichte, und es hängt die ſchwerere am kürzern, die leichtere am längern Arme. Durch Verwechſelung der Schalen kan man alſo den Betrug augenblicklich entdecken, weil ſo die ſchwerere Schale an den längern Arm kommen und einen Ausſchlag geben muß. Eine richtige Wage kan falſch werden, wenn ſich ihre Arme ungleich beugen, und die Punkte A und B ungleiche Abſtände von C bekommen; ingleichen, wenn man an dem einen Arme etwas heiſſes wiegt, wobey er durch die Hitze verlängert werden kan, ſo daß z. B. eine Kugel glühend mehr zu wiegen ſcheint, als kalt.

Inzwiſchen kan man auch auf einer falſchen Wage das wahre Gewicht eines Körpers finden, wenn man ihn zuerſt in der einen, dann in der andern Schale wiegt, und zwiſchen beyden falſchen Gewichten die mittlere geometriſche Proportionalgröße nimmt. Denn es wiege der Körper in der Schale A mit p Pfund, in B mit q Pfund gleich; ſein wahres Gewicht ſey = x Pfund. So muß nach dem Geſetz des Hebels

$$AC : BC = p : x$$
$$AC : BC = x : q \text{ ſeyn}$$

Daher $p : x = x : q$ und $x = \sqrt{pq}$.

Wiegt z. B. eine Waare in der einen Schale 16, in der andern nur 15 Unzen, ſo iſt ihr wahres Gewicht $= \sqrt{15.16} = 15,49$ Unzen, und die beyden Arme des Wagbalkens verhalten ſich in der Länge, wie 1600 : 1549, oder faſt, wie 32 : 31.

Eine ſehr genaue Wage von Ramsden, welche ein Gewicht von 10 Pfund tragen kan, und auf 1 Milliontheilchen des Totalgewichts Ausſchlag giebt, wird im Rozier (Journal de phyſique Aoùt. 1788.) und im Gothaiſchen Magazin für das Neuſte aus der Phyſik VI. B. 4. St. S. 100 u. f.) beſchrieben.

Zu beſondern Abſichten giebt man den Wagen auch andere Einrichtungen, deren einige Leupold im Theatro ſtatico univerſali beſchreibt. Für den Phyſiker möchte die ſogenannte Univerſalwage (*Leupold* Tab. V. Fig. II.) die wichtigſte ſeyn. Ihr Balken iſt ein hölzernes ganz reguläres Parallelepipedum, in eine Anzahl gleicher Theile getheilt, und mit gewöhnlichen unten abgeſchärften Zapfen in Pfannen, die auf einem Stative ſtehen, eingelegt. Dazu gehören Schieber, an die man Gewichte hängen, und ſie nach Gefallen an dieſen oder jenen Punkt der Eintheilung verſchieben kan: Zunge und Scheere bleiben weg, da der Balken lang genug iſt, um ſeinen wagrechten Stand ſchon dem Augenmaaße deutlich genug anzugeben. Dieſes ſehr bequeme Inſtrument dient, die meiſten Sätze der Theorie des Hebels und Schwerpunkts durch Verſuche zu prüfen, und wenn die Zapfen beweglich ſind, ſo läßt ſich damit auch die Lehre von der verſchiedenen Empfindlichkeit der Wagen und der beſten Stelle des Aufhängepunkts erläutern. Die Probirwage, welche zu den feinſten Abwägungen dient, beſchreibt ebenfalls Leupold (§. 49 u. f. Tab. VIII.); noch beſſer Cramer (Elementa artis docimaſticae. Lugd. Bat. 1733. 8. Anfangsgr. der Probierkunſt, überſ. von Gellert. Leipzig, 1749. 2te Aufl. 1766. 8. Th. I. S. 304).

Federwagen, worinn eine Stahlfeder durch ein angehangenes Gewicht zuſammengedrückt, und die Größe des Gewichts durch den Grad der Zuſammendrückung auf ei-

ner Scale angegeben wird, ſind bequem, aber weniger zuverläßig.

Die ganz gemeine Art beſchreibt Leupold; genauere haben Herr Roſenthal (Acta acad. elect. Mog. ad ann. 1784 et 1785. Erford. 1786. 8maj. No. 6.) und Hanin (ſ. Gothaiſches Mag. für das Neuſte ꝛc. VI. B. 2 St. S. 108.) angegeben.

Von den bey phyſikaliſchen Abwägungen gebräuchlichen Gewichten ſ. den Artikel Pfund.

Käſtner Anfangsgr. der Mechanik. Göttingen, 1780. 8. §. 66 u. f.

Karſten Lehrbegrif der geſ. Mathematik. Dritter Theil. Greifsw. 1769. 8. Statik feſter Körper, V. Abſchnitt.

Wage, hydroſtatiſche, Bilanx hydroſtatica, *Balance hydroſtatique.* Die hydroſtatiſche Wage unterſcheidet ſich von der gemeinen gewöhnlich in nichts weiter, als daß ſie empfindlicher, feiner und zu der Abſicht, die Körper in flüßigen Materien abzuwägen, bequemer eingerichtet iſt. In dieſer Abſicht werden die Wagſchalen unten mit Häckchen verſehen, an welche man die einzutauchenden Körper an Fäden oder Roßhaaren einhängen kan. Eine ſolche Wage mit ein paar hinlänglich weiten und tiefen Gefäßen zu den flüßigen Materien, und einem eyförmigen Glaskörper zum Einſenken, macht ſchon den ganzen weſentlich nöthigen Apparat zu hydroſtatiſchen Abwägungen aus.

Eine dem Angeben nach von Hawksbee erfundene und von Leupold in Leipzig verfertigte hydroſtatiſche Wage wird von Wolff (Nützliche Verſuche, Th. I. Cap. 8. §. 209.) ſehr umſtändlich beſchrieben, auch von Leupold ſelbſt (Theatri ſtat. univerſ. P. II. ſ. Theatr. hydroſtat. Leipzig, 1726. fol. p. 217. Tab. III. Fig. 6.) abgebildet. Um den geringſten Ausſchlag bemerken zu können, iſt die Zunge nicht wie in den gewöhnlichen Wagen, zwiſchen die Blätter einer Scheere verſteckt, ſondern die Zapfen des Wagbalkens ruhen in den Pfannen einer Hülſe, die von einem Fuße getragen wird. Die ſehr feine Zunge iſt unterwärts gekehrt, und ſpielt ganz frey: ihren ſenkrechten Stand oder Aus-

ſchlag bemerkt man durch Vergleichung mit einem kleinen Bleylothe, das vom Aufhängepunkte herabhängt. Statt der Schalen hat die Wage flache meſſingene Teller, unten mit Häckchen zum Einhängen der Körper an Fäden verſehen. Der Fuß, der die Hülſe mit den Pfannen trägt, läßt ſich erhöhen oder erniedrigen, und durch eine Stellſchraube feſt machen, damit man durch ihn die ganze Wage erheben oder herablaſſen könne, je nachdem man die angehangnen Körper aus den untergeſtellten Gefäßen emporheben oder in dieſelben untertauchen will.

Briſſon beſchreibt die ſehr bequeme Taf. XXV. Fig. 65. vorgeſtellte Einrichtung, mit welcher der Abt Nollet die Verſuche bey ſeinen Vorleſungen anſtellte. AB iſt ein hölzerner mit Bley ausgefütterter Kaſten, 20 Zoll lang, 6 Zoll breit und hoch. Auf dem Deckel dieſes Kaſtens ſtehen drey Gefäße F, G, H, welche unten durch eine kupferne im Innern des Kaſtens befindliche Communicationsröhre verbunden ſind. Dieſe Röhre hat vier Hähne, wovon bey f, l, m drey zu ſehen ſind; der vierte ſteht an der ſchmalen Seite des Kaſtens bey B. Das mittlere größere Gefäß F hat einen zinnernen Deckel, der eine Dülle trägt, auf welcher die Hülſe mit den Pfannen für die Zapfen des Wagbalkens ſteckt. An den Enden des Wagbalkens CD hängen lothrecht über den Mündungen der Gefäße H und G die Wagſchalen d und c, unten mit Häckchen verſehen, um die abzuwägenden Körper daran zu hängen. Beym Gebrauch dieſer Wage füllt man das Gefäß F mit Waſſer u. dergl., indem alle Hähne verſchloßen ſind. Will man nun einen an c angehangnen und ins Gleichgewicht gebrachten Körper in Waſſer tauchen, ſo öfnet man nur den Hahn l; dadurch füllt ſich das Gefäß G aus F mit Waſſer an. Will man auch den an d hangenden Körper eintauchen, ſo muß man beyde Hähne l und m öfnen, damit ſich beyde Gefäße G und H aus F anfüllen. Soll der Körper an c nicht mehr eingetaucht ſeyn, ſo öfnet man den Hahn f, wodurch das Waſſer aus G in das Innere des Kaſtens abläuft.

Mit dieſer Wage laſſen ſich die Sätze vom Gleichgewicht feſter Körper mit flüßigen prüfen, ſ. **Gleichgewicht** (Th. II. S. 506.), und die eigenthümlichen Gewichte ſowohl feſter, als flüßiger, Körper finden, ſ. **Schwere, ſpecifiſche** (Th. III. S. 905 — 908).

Brander (Beſchreibung einer neuen hydroſtatiſchen Wage, Augsburg, 1771. 8.) hat ſeine vorzüglich nach **Lamberts** Vorſchriften zu Beſtimmung des Salzgehalts der Solen eingerichtete Wage dennoch auch zum allgemeinen hydroſtatiſchen Gebrauch geſchickt gemacht. Sie ſtellt ſich ſelbſt mit dem, was man ins Flüßige hinabläßt, ins Gleichgewicht, und giebt auf einem getheilten Limbus das Verhältniß der eigenthümlichen Gewichte der unterſuchten Flüſſigkeit und des Waſſers, oder auch das Gewicht eines Cubikzolles der Flüßigkeit an. Ihre runden polirten ſtählernen Zapfen laufen auf zween eingelegten Glascylindern mit ungemein geringer Reibung. Als Salzwage kan ein ſolches Inſtrument zwar nützlich, nie aber ganz zuverläßig ſeyn, da **Lambert** die Grade nach Auflöſungen **reiner** Salze beſtimmt hat, die gewöhnlichen Solen aber allezeit unreine mit Erden vermiſchte Salze enthalten, ſo daß die ſogenannte Bitterſole bisweilen auf $\frac{1}{7}$ des Ganzen beträgt.

Man belegt mit dem Namen **hydroſtatiſcher Wagen** auch noch andere Werkzeuge, welche das eigenthümliche Gewicht der Liquoren zu erfahren dienen, z. B. die Aräometer, von denen ein eigner Artikel dieſes Wörterbuchs handlet. Manche Schriftſteller brauchen die Namen Aräometer und hydroſtatiſche Wage ganz als Synonymen, wie z. B. **Wolf** die oben erwähnte hawksbeeiſche Wage unter dem Namen eines Aräometers beſchreibt.

In dieſem Sinne könnte man auch den Heber, welchen **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 1395.) erwähnt, unter die Aräometer oder hydroſtatiſchen Wagen zählen. Taf. XXVI. Fig. 56. iſt am obern Theile des gleichſchenklichten Hebers ADB eine Röhre DK angebracht, welche mit dem Saugrohre einer Luftpumpe verbunden werden kan. Setzt man nun die Enden des Hebers in Gefäße mit verſchiedenen Flüßigkeiten A, B, und verdünnt

durch einen Zug des Kolbens die Luft im Raume EDK, ſo werden beyde Flüßigkeiten, jede in ihrem Schenkel, zu ungleichen Höhen BE und AC aufſteigen, und das umgekehrte Verhältniß dieſer Höhen wird zugleich das Verhältniß ihrer ſpecifiſchen Gewichte ausdrücken, weil der Druck jeder Säule dem Ueberſchuſſe der Federkraft der äuſſern Luft über die Federkraft der innern in EDK gleich ſeyn muß, mithin beyde Säulen BE und AC gleich ſtark drücken, und ſich daher umgekehrt, wie die eigenthümlichen Gewichte verhalten, ſ. **Röhren, communicirende** (Th. III. S. 726). Eine artige Verbeſſerung dieſes Werkzeugs von **Scannegatty**, wobey ſtatt des Hebers neun gläſerne Röhren von gleichem Durchmeſſer, jede in ein beſonders Gefäß geſtellt, und alle oben durch einen gemeinſchaftlichen mit einem Hahne verſehenen Canal verbunden ſind, beſchreibt Herr **Lichtenberg** (Beſchreibung eines verbeſſerten Aräometers, oder einer Wage ꝛc. im Magazin für das Neuſte aus d. Phyſ. und Naturg. I. B. 2. St. S. 45 u. f.) mit der Bemerkung, daß es gut ſey, die Glasröhren inwendig ganz ſanft auszuſchmergeln, und zu Vermeidung der Erſchütterung das Inſtrument nicht an die Luftpumpe ſelbſt, ſondern an eine mit einem Hahne verſehene Kugel anzubringen, aus der man die Luft zuvor ausgezogen hat.

Wolf Nützliche Verſuche. Halle, 1721. 8. Th. I. Cap. 8. §. 209.

Briſſon Dict. raiſonné de Phyſique. Art. *Balance hydroſtatique.*

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, durch Lichtenberg. 4te Auflage, §. 170. Anm.

Wage des Roberval, Vectis Robervalli, *Balance de Roberval.* Unter dieſem Namen iſt eine Art von zuſammengeſetztem Hebel bekannt, welche **Roberval** im vorigen Jahrhunderte den Gelehrten als ein mechaniſches Paradoxon vorlegte (ſ. Journal des Sçav. ed. Amſterd. 1670. p. 588. ſqq.), weil daran nach ſeinem Ausdrucke Kräfte, die ſich einmal im Gleichgewichte befinden, immer in dieſem Gleichgewichte bleiben, in welche Entfernung vom Ruhepunkte man ſie auch bringen mag, ja ſogar, wenn ſie ſich beyde auf einerley Seite des Ruhepunkts befinden.

Taf. XXVI. Fig. 67. bilden die vier Regeln AB, BC, CD, DA ein Parallelogramm, und ſind mit vier Nägeln in A, B, C, D dergeſtalt verbunden, daß ſie ſich frey um dieſe Nägel drehen. Die beyden Regeln AB und CD ſind in der Mitte mit andern Nägeln E, F, an die feſtſtehende Säule GH ſo befeſtiget, daß ſie ſich ebenfalls um E und F drehen können. Solchergeſtalt kan das ganze Parallelogramm ABCD die punktirte ſchiefe Lage annehmen, doch ſo, daß die gegenüberſtehenden Seiten immer parallel und gleich, auch AD und BC immer vertical bleiben. Bringt man nun an dieſe Regeln AD und BC die Arme MI und NO ſenkrecht an, und befeſtigt dieſelben bey P und Q ſo, daß ſie ſich nicht drehen können, ſo werden die gleichen Gewichte K und L im Gleichgewichte ſeyn, an welchen Punkten der Arme MI und NO ſie auch hängen mögen. Man hänge z. B. K an M, und L an O, wie es die Figur vorſtellt, ſo wird ſich alles das Gleichgewicht halten, obgleich K dem Ruhepunkte oder der Säule EF weit näher, als L, ſcheint.

Nemlich die Befeſtigung bey P macht, daß das Gewicht K auf die ganze immer ſenkrechte Regel AD nicht anders wirken kan, als wenn es im Punkte P ſelbſt angebracht wäre. Könnte es die Regel um P drehen, ſo würde hiebey freylich das Moment PM × K (welches ein Moment um P iſt, ſ. Moment, ſtatiſches) in Betrachtung kommen; da aber dieſe Umdrehung wegen der Befeſtigung bey P nicht ſtatt finden kan, ohne zugleich die Regel AD aus der vertikalen Lage zu bringen, ſo wird durch dieſes Moment blos eine Stemmung der Regeln AB und DC gegen die Nägel E und F bewirkt; und der vertikale Zug an der Regel AD iſt weder ſtärker noch geringer, als wenn K an P ſelbſt hienge, indem dieſer Ruhepunkt des Hebels IPM das Gewicht P mit zu tragen bekömmt. Eben ſo iſt es mit L, welches ſo wirkt, als ob es an Q hienge. Folglich bleibt alles im Gleichgewichte, wenn nur P und Q gleich weit von EF entfernt ſind, und auf beyden Seiten alles gleich ſchwer iſt.

Eben dies würde auch noch ſtatt finden, wenn man den feſten Arm IM bis m verlängerte, und K in m anhienge, in welchem Falle K und L beyde auf einerley Seite des Ru-

hepunkts, oder beyde zur rechten der Säule EF zu hängen ſcheinen. Dabey müßte man aber nicht vergeſſen, den kürzern Arm NO eben ſo ſchwer, als den längern Im, zu machen, wenn die Wage im Gleichgewichte ſeyn ſollte.

Briſſon giebt von dem Gleichgewichte an Robervals Wage einen ſcharfen auf die Zerlegung der Kräfte gegründeten Beweiß. Nimmt man als erwieſen an, daß ſich die Kräfte im Gleichgewichte allezeit umgekehrt verhalten, wie die Räume, die ſie bey wirklicher Bewegung in gleichen Zeiten zurücklegen würden, ſo giebt ſich die Sache am leichteſten. Denn ſo ſieht man auf den erſten Blick, daß nach der Einrichtung der Maſchine K und L um eben ſoviel ſteigen oder ſinken müſſen, als die Punkte P und Q ſteigen oder ſinken (es mögen die Arme PM und QO lang oder kurz ſeyn), und daß in gleicher Zeit P eben ſo weit ſinkt, als Q ſteigt; daher fürs Gleichgewicht K = L ſeyn muß.

Leupold Theatrum ſtaticum univerſale. p. 59. Tab. XVII. Fig. 2. 3.

Briſſon Dict. raiſ. de phyſique, Art. *Levier*.

Wagen, elektriſcher, Currus electricus, *Chariot électrique*. Eine Vorrichtung, durch welche ein elektriſcher Drache, ſelbſt während des heftigen Gewitters, in die Luft kan aufgelaſſen werden, ohne die Perſon des Experimentators der mindeſten Gefahr auszuſetzen. Die gewaltſamen Wirkungen der Elektricität, welche Herr de Romas im Jahre 1753 an der Schnur ſeines Drachens wahrnahm, ſind bey dem Worte **Drache, elektriſcher** (Th. I. S. 599.) beſchrieben worden. Die Beſorgniß, bey ſo ſtarker Elektricität den Blitz auf ſich ſelbſt zu leiten, wenn man den Drachen bey ſchon herangekommenen Gewitterwolken ſteigen ließe, und dabey die Schnur mit der Hand anfaſſen müßte, bewog Herrn de Romas zu der Erfindung eines Wagens mit drey Rädern, der einen Haſpel trägt, auf welchen die leitende Schnur des Drachen gewunden iſt. Dieſer Wagen wird von dem Experimentator in einiger Entfernung durch ſeidne Schnüre ſo regiert, wie es die Gewalt des Windes und die Abſichten des Verſuchs erfordern. Die Einrichtung iſt

ſo getroffen, daß man dem Wagen alle Arten der Lenkung geben, die Schnur aufhalten und loslaſſen, den Haſpel iſoliren oder mit der Erde verbinden, kurz alles, was man verlangt, mit der Schnur vornehmen kan, ohne ihr nahe zu kommen, oder auf die Vorrichtung anders, als durch ſeidne Schnüre zu wirken. Die Mittel hiezu ſind ſinnreich, machen aber auch die Maſchine ſo zuſammengeſetzt, daß ihre Beſchreibung viel Raum und einige Abbildungen erfordern würde. Man findet dies alles ſehr umſtändlich beym **Briſſon.** Jetzt iſt der elektriſche Wagen vollkommen entbehrlich, da die Drachen nur zu Beobachtungen der ſchwächern Luftelektricität gebraucht werden, und für die ſtärkere Elektricität bey Gewittern weit leichtere und ſichrere Mittel bekannt ſind, ſ. **Elektricitätszeiger.**

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſique, Art. *Charriot électrique.* p. 335 — 340.

Wagrecht, ſ. **Horizontal.**

Wahlverwandſchaft, ſ. **Verwandſchaft.**

Wanken der Erdaxe, Schwanken, Nutation, Nutatio, Deviatio, *Nutation, Deviation.* Dieſe Namen führt eine kleine periodiſche Bewegung der Erdaxe, welche durch die ungleiche Einwirkung des Monds auf die ſphäroidiſch geſtaltete Erdkugel bewirkt wird, ſ. **Vorrücken der Nachtgleichen.** Vermöge dieſer Bewegung bleiben die Pole am Himmel nicht genau in dem Kreiſe, in dem ſie ſonſt wegen des Vorrückens der Nachtgleichen um die Pole der Ekliptik langſam herumzugehen ſcheinen, ſondern ſie beſchreiben noch auſſerdem einen kleinen Kreis von 18 Secunden Durchmeſſer, in welchem ſie aller 18 Jahre, 8 Monate einmal herumkommen.

Durch **Newtons** Mechanik der Himmelskörper ward ſchon **Flamſtead** (Hiſt. coeleſt. Britann. To. III. p. 113.) veranlaßt, ein Wanken der Erdaxe zu vermuthen; auch hatte **Römer** in einem von **Horrebow** (Baſis Aſtron. Havniae, 1735. 4maj. p. 66.) angeführten Aufſatze vom J. 1692 ähnliche Gedanken geäuſſert (Expertus ſum, eſſe

quandam in declinationibus varietatem, quae nec refractionibus nec parallaxibus tribui poteſt, ſine dubio *ad vacillationem aliquam poli terreſtris* referendam, cuius me veriſimilem dare poſſe theoriam obſervationibus munitam ſpero). Aber die damaligen Werkzeuge waren noch zu unvollkommen, um ſo feine Bewegungen mit entſcheidender Gewißheit anzugeben.

Jacob Bradley ſuchte ſich die kleine jährliche Bewegung der Fixſterne, die er durch ſeine Beobachtungen in den Jahren 1725 — 1728 entdeckte, anfänglich auch aus einem Wanken der Erdaxe zu erklären; er fand aber bald, daß die wahre Urſache eine andere ſey, ſ. **Abirrung des Lichts.** Bey den äuſſerſt feinen Beobachtungen nun, die er über dieſe Abirrung bis zum Jahre 1747 fortſetzte, ward er eine neue Verſchiedenheit in der Größe gewahr, um welche das Vorrücken der Nachtgleichen die Abweichungen der Fixſterne änderte.

Im Jahre 1727, da der aufſteigende Knoten des Monds den Frühlingspunkt traf, ſchien das Vorrücken der am Kolur der Nachtgleichen ſtehenden Sterne etwas größer, als ſonſt, geworden zu ſeyn; im Jahre 1732, da der Mondsknoten bis zum Winterpunkte zurückgegangen war, hatte es ſeine gewöhnliche mittlere Größe; in den folgenden Jahren ward es geringer bis 1736, da der Mondsknoten zur Herbſtnachtgleiche kam. In der folgenden Helfte des Umlaufs der Mondsknoten nahm es wieder zu, ſo daß es 1741 ſeine mittlere Größe erreichte, und 1745 am Ende von 18 Jahren wieder eben ſo groß, als 1727 war. Dabey hatten die Sterne, welche nahe am Kolur der Sonnenwenden ſtanden, ihre Abweichung von 1727 bis 1736 um 18″ weniger verändert, als es die mittlere Größe des Vorrückens erforderte; von 1736 bis 1745 hingegen veränderten ſie dieſelbe 18″ mehr, ſo daß ſie am Ende dieſer 18 Jahre, in welchen die Mondsknoten einen völligen Umlauf gemacht hatten, alle wieder in den vorigen Punkten des Himmels ſtanden, wenn dabey das Vorrücken der Nachtgleichen mit in Betrachtung gezogen ward.

Bradley ward bald überzeugt, daß dieſe Ungleichheit der Einwirkung des Monds zuzuſchreiben ſey. Dieſer hatte ſich im Jahre 1727, als ſeine Knoten die Nachtgleichen trafen, in ſeinen gröſten Breiten auf 28½ (23½ + 5) Grad weit vom Aequator entfernen können; da er hingegen 1736, als ſeine Knoten in die Sonnenwenden fielen, nie weiter, als 18½ (23½ — 5) Grad, vom Aequator abgehen konnte. Er hatte alſo, im Ganzen genommen, um 1727 unter einem weit größern Winkel, alſo viel merklicher, auf den Aequator der Erdkugel gewirkt, und daher das Vorrücken der Nachtgleichen weit mehr befördert, als dies um 1736 geſchahe. Da Bradley am Ende der Periode hierüber keinen Zweifel mehr behielt, ſo machte er dieſe ſcheinbare Bewegung der Fixſterne mit ihren Geſetzen 1748 in den Transactionen bekannt (Philoſ. Trans. Num. 485. überſ. im Hamburg. Magazin, III. B. 6 St. Num. 1).

Machin, damaliger Secretär der königlichen Societät, ſahe ſogleich, daß es zu Erklärung dieſer Bewegung mit allen ihren Folgen völlig hinreichend ſey, wenn man ſich vorſtelle, daß die Erdpole während der Umlaufszeit der Mondsknoten einen kleinen Kreis von 18″ im Durchmeſſer beſchrieben. Durch dieſe Vorausſetzung läſt ſich ſowohl das periodiſche Ab- und Zunehmen des Vorrückens der Nachtgleichen, als auch die durch das Wanken der Erdaxe verurſachte Aenderung der Schiefe der Ekliptik, nebſt den damit verbundenen Aenderungen der Längen, Rectaſcenſionen und Abweichungen der Geſtirne, am leichteſten erklären und berechnen.

Die Schiefe der Ekliptik wird durch das Wanken um 9″ vergrößert, wenn der aufſteigende Knoten des Monds im Widder iſt, weil ſich alsdann der Weltpol um den Halbmeſſer dieſes kleinen Kreiſes weiter vom Pole der Ekliptik entfernt hat; ſie wird hingegen um 9″ vermindert, wenn dieſer Knoten des Monds in die Wage fällt, und der Weltpol in dem entgegengeſetzten Punkte des kleinen Kreiſes ſteht. Dieſer letztere Fall wird 1792 eintreten, wo die Schiefe der Ekliptik, deren mittlere Größe jetzt etwa 23° 27′ 59″ zu ſetzen ſeyn möchte, das ganze Jahr hindurch

nur 23° 27′ 50″ betragen wird. Dagegen wird dieſe Schieſe im Jahre 1801 wieder über 23° 28′ ſteigen, obgleich ihre mittlere Größe bis dahin vielmehr abnehmen muß, ſ. Schiefe der Ekliptik.

Die umſtändliche Erklärung der Art und Weiſe, auf welche dieſes Wanken durch die Gravitation des Erdſphäroids gegen den Mond hervorgebracht wird, macht eine ſehr verwickelte Berechnung der phyſiſchen Sternkunde aus, von welcher d'Alembert (Recherches ſur la préceſſion des équinoxes et ſur la nutation. Paris, 1749. 4.) und de la Lande (Aſtron. L. XXII.) handlen. Hier iſt es genug anzuführen, daß der Mond, welcher am Vorrücken der Nachtgleichen den ſtärkſten Antheil von faſt 34″ hat, dieſen Antheil wegen ſeines verſchiedenen Standes gegen den Erdäquator auf eine weit ungleichere Weiſe hervorbringt, als die Sonne den ihrigen, und daß er dadurch nicht allein ein beſtändiges Zurückgehen, ſondern auch eine periodiſche Ungleichheit deſſelben und eine Verwendung der Axe bewirkt, welche ihre vorige Stellung wieder erhält, wenn die Mondsknoten zu den vorigen Punkten zurückkommen.

de la Lande aſtron. Handbuch, a. d. franz. Leipz. 1775. gr. 8. §. 794. u. f.

Wanken des Monds, Libration, ſ. Mond (Th. III. S. 276. 277).

Waſſer, Aqua, *Eau*. Das Waſſer in ſeinem gewöhnlichen Zuſtande, und in ſo fern es nicht mit andern Subſtanzen vermiſcht iſt, zeigt ſich als eine völlig farbenloſe, durchſichtige, geſchmack- und geruchloſe, unentzündliche tropfbare Flüßigkeit. Unter dieſer Geſtalt beſitzt es alle die Eigenſchaften, welche bey dem Worte Flüßig (Th. II. S. 321.) als Kennzeichen tropfbarer Flüßigkeiten angegeben werden, und folgt in Abſicht auf Druck und Bewegung den allgemeinen Geſetzen flüßiger Körper, welche in der Hydroſtatik, Hydraulik und Hydrodynamik betrachtet werden. Dieſe Wiſſenſchaften haben ihre Namen vorzugsweiſe vom Waſſer (ὕδωρ) erhalten, welches dabey als die gemeinſte unter allen flüßigen Materien betrachtet wird.

In dieſer flüßigen Geſtalt fällt das Waſſer bey den gewöhnlichen Temperaturen als Regen aus dem Luftkreiſe herab, ſammlet ſich unter der Erdfläche in den Brunnen an, dringt aus der Erde in Quellen hervor, bildet die Bäche, Flüße, Seen und endlich das Meer, als eine allgemeine den gröſten Theil der Erdfläche bedeckende Waſſerſammlung. In eben dieſer Geſtalt durchdringt es als Feuchtigkeit eine Menge anderer Körper, wird von den Thieren als Trank genoſſen, von den Pflanzen durch ihre Wurzeln eingeſogen, und überhaupt in den meiſten natürlichen Körpern angetroffen. Aber da es ein Auflöſungsmittel vieler andern Stoffe, und beſonders aller Salze iſt, ſo wird es in der Natur ſelten ganz rein und ohne fremde Beymiſchung gefunden: nur das Regenwaſſer, mit gehöriger Sorgfalt aufgefangen, hat den Vorzug einer größern Reinigkeit, ſ. Regen (Th. III. S. 649).

Dieſer flüßige Zuſtand iſt jedoch, wie alle Flüßigkeit, auch beym Waſſer nur zufällig, und eine bloße Wirkung der Wärme. Sobald die fühlbare Wärme unter den 32ſten Grad des fahrenheitiſchen Thermometers hinabfällt, wird das Waſſer eben ſo feſt, wie alle andere Körper, wenn ihnen der zur Schmelzung nöthige Grad der Wärme entzogen wird. In dieſem feſten Zuſtande heißt es **Eis**, und iſt als ſolches bereits unter einem eignen Artikel betrachtet worden, ſ. auch **Gefrierung**. So gewöhnlich es ſeyn mag, ſich das Waſſer ſeiner Natur nach als flüßig zu denken, ſo richtig läſt ſich doch ſagen, daß es nichts anders, als ein Eis ſey, welches blos ſeiner Leichtflüßigkeit halber ſchon bey der geringern zum Wachsthume der Pflanzen nöthigen Wärme geſchmolzen iſt. Dem Sprachgebrauche und den Vorſtellungen des gemeinen Lebens mag es angemeſſener ſeyn, das Eis ein gefrornes Waſſer zu nennen: der Phyſiker aber kan mit eben ſo vielem Rechte alles Waſſer als ein geſchmolzenes Eis betrachten.

Im flüßigen Zuſtande wird das Waſſer, wie alle bekannte Körper, durch größere Wärme mehr ausgedehnt; aber der Gang dieſer Ausdehnungen iſt ſehr ungleich, und beym Gefrieren ſelbſt dehnt ſich das Waſſer vielmehr durch

die Abnahme der Wärme aus. Die Urſache dieſer Ausdehnung, worinn ſie auch immer beſtehen mag, bewirkt ſchon in den nächſten Graden über dem Eispunkte eine merkliche Ausdehnung bey abnehmender Wärme. Wenn man z. B. ein Queckſilberthermometer und ein Waſſerthermometer, beyde von 80 Graden, welche zugleich auf Null ſtehen, mit einander vergleicht, so wird das Waſſer bis auf — $\frac{1}{2}$ herabfallen, indem das Queckſilber von Null durch die vier erſten Grade der Scale ſteigt; alsdann aber wird es wieder bis 0 ſteigen, indem das Queckſilber von + 4 bis + 8 ſteigt. Das Waſſer hat alſo bey der Temperatur + 4 das kleinſte mögliche Volumen; und bey den Temperaturen 0 und + 8 gleiche etwas größere Volumina. Von + 8 bis zum Siedpunkte ſind die Ausdehnungen des Waſſers anfänglich ganz gering, werden aber nachmals bey den letztern Graden der Hitze deſto ſtärker. Wenn das Queckſilber auf 40 Grad kömmt, hat das Waſſer erſt 19,2 Grad erreicht: nachher aber werden ſeine Ausdehnungen ſo ſtark, daß in der Siedhitze beyde Thermometer zugleich 80 Grad erreichen. Dieſe ſchönen Entdeckungen ſind von Herrn de Lüc (Unterſ. über die Atmoſphäre, Th. I. §. 419. d. e.), der auch eine intereſſante teleologiſche Bemerkung darüber gemacht hat, ſ. **Teleologie**.

Im Ganzen genommen, iſt die Ausdehnung des Waſſers faſt 10 mal geringer, als die des Weingeiſts, indem ſie vom Eispunkte bis zum Siedpunkte nicht mehr, als 0,012 des Volumens beträgt.

Die Hitze von 80 Graden der reaumüriſchen (oder 212 der fahrenheitiſchen) Scale verwandlet beym gewöhnlichen Drucke der freyen Luft das Waſſer in einen elaſtiſchen Dampf, und verurſacht dadurch ſein Sieden, ſ. **Dämpfe, Windkugel, Sieden**. Bey ſtärkerm Drucke, z. B. in verſchloßnen Gefäßen, nimmt das Waſſer, ohne zu ſieden, weit höhere Grade der Hitze an; hingegen wird es bey geringem Drucke, z. B. in ſehr verdünnter Luft, durch geringe Wärme, oft ſchon durch die Berührung der Hand, verdampft und zum Sieden gebracht. Es beſitzt alſo einen

ziemlichen Grad der Flüchtigkeit, deſſen Wirkungen nur durch äuſſern Druck zurückgehalten werden.

Die Dämpfe des Waſſers bringen durch ihre Elaſticität, wenn ſie eingeſchloßen ſind, ſehr gewaltſame Wirkungen hervor. Hiedurch entſtehen die heftigen Exploſionen des Waſſers, wenn es plötzlich einer großen Hitze ausgeſetzt, und an freyer Verbreitung ſeiner Dämpfe gehindert wird, z. B. wenn man es in ein ſehr heiſſes Oel gießt, oder wenn man geſchmolzene und glühende Metalle in ein Gefäß ſchüttet, worinn ſich einige Tropfen Waſſer befinden. Hingegen kan das Waſſer bey chymiſcher Verbindung mit andern Körpern, z. B. mit dem Kalke und den fixen Laugenſalzen die ſtärkſte und plötzlichſte Glühhitze ohne Verplatzung aushalten. Dies beweißt, daß es nicht eben allemal in großer Hitze verdampft. Sein Verdampfen iſt eine Wirkung ſeiner Verbindung mit der Wärme, und fällt weg, wenn das Waſſer Stoffe antrift, mit denen es noch näher, als mit dem Feuer oder Wärmeſtof, verwandt iſt.

Endlich kan auch das Waſſer in der Glühhitze die Luftgeſtalt annehmen, wenn ſeine Dämpfe durch glühende Röhren hindurch geleitet werden. Man hat alle Urſache zu glauben, daß ſich die Dämpfe nicht eher in ein permanent elaſtiſches Fluidum verwandlen, als bis ſie die glühende Stelle des Rohrs erreicht haben. Die Beſchaffenheit der erhaltenen Luft hängt von der Materie des Rohrs ab. Durch irdene Röhren erhält man phlogiſtiſirte, durch eiſerne Röhren oder Flintenläufe brennbare Luft (ſ. **Achards** Verſuche in Crells chem. Ann. J. 1785. B. I. S. 304 u. f. 387 u. f. 522 u. f.). **D. Prieſtley** verwandlete im J. 1785 reines Waſſer in permanente Luft, indem er es in irdenen Retorten mit lebendigem Kalke verband, und einer ſtarken Hitze ausſetzte. Die erhaltene Luft war zum Theil fixe, und insgeſammt von der Natur, daß ein Licht kaum in ihr brannte. Gebrauchte er gläſerne Retorten, ſo erhielt er blos Dämpfe und keine Luft, aus Flintenläufen aber brennbare Luft. **Lavoiſier** und **Meusnier** (Mém. de l'acad. des ſc. de Paris, 1781.) entwickelten vermittelſt eines eignen Apparats aus Waſſer, welches auf glühenden Eiſendrath getröpfelt ward, eine gro-

große Menge brennbarer Luft, wobey ſich der Drath in einen feinen Eiſenkalk verwandlete. Obgleich die Folgen, welche man aus dieſen Verſuchen gezogen hat, auf mannigfaltige Art von einander abweichen, ſo zeigen ſie doch ſo viel, daß das Waſſer fähig ſey, in der Glühhitze durch irgend einen hinzukommenden Umſtand eine permanente Luftgeſtalt anzunehmen, und ſehr viele halten mit Watt und Achard die dephlogiſtiſirte Luft für nichts anders, als ein reines luftförmiges Waſſer, ſo daß nach dieſer Meinung Eis, Waſſer, Waſſerdampf und reine Luft ein und ebenderſelbe Stof ſind, welcher blos nach dem Maaße ſeiner verſchiedenen Verbindung mit der Wärme die eine oder die andere dieſer vier Geſtalten annimmt.

Gleichwohl führt dieſer Stof nur unter ſeiner gewöhnlichen tropfbarflüßigen Geſtalt den eigentlichen Namen des Waſſers. Unter dieſer Geſtalt haben wir hier, was ſeine mechaniſchen Eigenſchaften betrift, noch ſein Gewicht und ſeine Elaſticität zu betrachten, alsdann aber von den chymiſchen Unterſuchungen ſeiner Natur, und den unternommenen Zerlegungen und Zuſammenſetzungen des Waſſers das nöthigſte hinzuzufügen.

Gewicht des Waſſers.

Bey Vergleichung der eigenthümlichen Gewichte der Körper iſt das Gewicht des Waſſers der gemeinſchaftliche Maaßſtab, oder die Einheit, auf welche alle übrige bezogen werden, ſ. Schwere, ſpecifiſche. Man muß alſo die Größe dieſer Einheit in allgemein bekannten Gewichtsmaaßen beſtimmen können, weil hievon die Berechnung aller abſoluten Gewichte der übrigen Körper abhängt, wenn man dieſelben aus ihren eigenthümlichen Schweren finden will.

Wolf (Nützl. Verſ. Th. I. S. 12. 13.) bediente ſich zu Abwägung des Waſſers eines hohlen Würfels von Meſſingblech, deſſen innerer Raum bis an die darauf verzeichneten Linien genau einen rheinländiſchen Cubikzoll faßte. Das Brunnenwaſſer, welches dieſen Raum erfüllte, wog 495 Gran Medicinalgewicht, wobey die Wage ſo genau inne-

ſtand, daß noch 2 Gran Zulage einen Ausſchlag von 7 Graden bewirkten. **Wolf** beſtimmt alſo das Gewicht des rheinländiſchen Cubikſchuhes von dieſem Waſſer auf 495000 Gran, oder 64 Pfund (zu 16 Unzen), 7 Unzen, 2 Drachmen, und rechnet in ſeinen Schriften insgemein auf den Cubikſchuh Waſſer nach rheinländiſchem Maaße 64 Pfund Medicinalgewicht, ſ. **Pfund** (Th. III. S. 452).

Da ſich der rheinländiſche Schuh zum pariſer, wie 13913 : 14400 verhält, ſo wird das Gewicht eines pariſer Cubikſchuhes Waſſer gefunden, wenn man die Gewichtsangabe des rheinländiſchen (faſt 64½ Pfund) im Verhältniße der Cubikzahlen von 13913 und 14400 vergrößert. Dadurch findet man mit Hülfe der Logarithmen 71½ Pfund Medicinalgewicht, welches nach franzöſiſchem Troysgewichte ohngefähr 69⅔ Pfund ausmacht. Die franzöſiſchen Schriftſteller ſetzen insgemein den pariſer Cubikſchuh Waſſer auf 70 Pfund Troysgewicht.

Noch andere Angaben dieſes Gewichts findet man beym **Snellius** (Eratoſth. Batav. Lugd. Bat. 1617. 4. L. II. p. 154.), **Eiſenſchmidt** (De ponderibus et menſ. vet. Argentor. 1708. 8. p. 175.) u. a. Der letztere ſetzt das Gewicht des pariſer Cubikzolls

von Flußwaſſer	5 Gros	10 Gran	im Sommer,
Brunnenwaſſer	5 —	11 —	
deſtillirt. Waſſer	5 —	8 —	

im Winter aber jedes um 3 Gran größer.

Wenn ſolche Angaben etwas beſtimmtes lehren ſollen, ſo muß dabey nicht nur die Beſchaffenheit des Waſſers, ſondern auch der Grad der Temperatur des Luftkreiſes angegeben werden. **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 1499.), der hierauf zuerſt gehörig geſehen hat, fand das Gewicht eines rheinländiſchen Cubikſchuhs Brunnenwaſſer in Troysgewichte

	Pf.	Unz.	Dr.	Gr.
1740 bey 42 Grad Wärme	63	2	1	4
1743 . 33	63	4	4	16
1744 . 50	63	0	3	30¼
1752 . 46	63	3	4	48
Regenwaſſer	63	3	7	9
nach s'Graveſande . .	63	7	2	40
nach de Volder 686 .	63	4	7	36

Die neuſten Verſuche über das Gewicht des Waſſers ſind von Karſten (Anleitung zur gemeinnützl. Kenntniß der Natur. Halle, 1783. §. 42.) angeſtellt. Er verſenkte einen mit Fleiß verfertigten aus ſechs meſſingnen Platten zuſammengeſetzten Würfel, wovon jede Seite genau 2 rheinländiſche Decimalzolle lang war, in ganz reines deſtillirtes Waſſer, wenn es die temperirte Wärme von 60 – 70 Graden nach Fahrenheit hatte, und fand, daß er dadurch 16 Loth 3 Qu. $1\frac{1}{2}$ Gran köllniſch (oder $4021\frac{1}{2}$ Gran) am Gewichte verlohr. Dieſer Verluſt iſt dem Gewichte des Waſſers in dem Raume des Würfels (welcher 8 Cubikzoll beträgt) gleich, ſ. Gleichgewicht (Th. II. S. 506). Daher wiegt ein rheinländiſcher Decimalcubikzoll Waſſer $502\frac{11}{16}$ Gran köllniſch, welches nach dem Verhältniße 66949 : 65536 (oder faſt 48 : 47) auf Medicinalgewicht reducirt, in letzterm $492\frac{11}{48}$ oder faſt $492\frac{1}{4}$ Gran giebt. Daß Wolf 495 Gran fand, rührt wahrſcheinlich davon her, weil er nicht deſtillirtes, ſondern etwas ſchwereres Brunnen- oder Flußwaſſer unterſuchte, auch vielleicht den Verſuch in einer kältern Temperatur anſtellte, bey welcher das Waſſer dichter war, und mehr davon in den Raum eines Cubikzolls gieng, als bey größerer Wärme.

Dieſen neuſten Beſtimmungen gemäß wiegt ein rheinländiſcher Cubikſchuh reines deſtillirtes Waſſer bey einer Temperatur von 64 — 66 Grad nach Fahrenheit in köllniſchem Gewicht $502687\frac{1}{2}$ Gran, d. i.

65 Pfund, 14 Loth, 2 Qu., $7\frac{1}{2}$ Gran.

und in Medicinalgewicht $492229\frac{1}{8}$ Gran, oder

64 Pfund, 1 Unze, 3 Drachm., 2 Scrupel, $9\frac{7}{8}$ Gran.

Bey Karſten ſelbſt (a. a. O.) und bey Herrn Gren (Anfangsgr. der Naturl. §. 242.) hat ſich ein Rechnungsfehler eingeſchlichen, durch den die Angabe nach köllniſchem Gewicht um mehr als 13 Loth zu klein ausfällt.

Elaſticität des Waſſers.

Tropfbare Flüßigkeiten unterſcheiden ſich von Luft und Dämpfen durch einen weit geringern Grad von Elaſtici-

cität ſo merklich, daß man den letztern deswegen vorzugsweiſe den Namen elaſtiſcher Flüßigkeiten beygelegt, und ihre Geſetze in Abſicht auf Druck und Bewegung in einen beſondern Abſchnitt der mechaniſchen Wiſſenſchaften gebracht hat. Dies muſte natürlich manche verleiten, den tropfbaren Liquoren, und insbeſondere dem Waſſer, die Elaſticität ganz abzuſprechen, zumal da man fand, daß alle ſolche Liquoren der Zuſammendrückung durch äuſſere Gewalt einen faſt unüberwindlichen Widerſtand entgegenſetzen. Hiedurch ſind nun mancherley Behauptungen und Verſuche über Elaſticität und Compreſſion des Waſſers entſtanden, deren Geſchichte Herr Zimmermann in Braunſchweig (Ueber die Elaſticität des Waſſers. Leipzig, 1779. gr. 8.) ſehr ſchön zuſammenfaßt.

Man hat für die Elaſticität des Waſſers ganz richtig den Grund angeführt, daß die unter einem ſpitzigen Winkel gegen daſſelbe geworfenen Steine oder geſchoſſenen Kugeln unter gleichem Winkel davon abprallen, und ſo über eine lange Waſſerfläche hin mehrere Sprünge in flachen Bogen machen. Nach den Geſetzen des Stoßes kan ein ſolches Zurückſpringen nur bey elaſtiſchen Maſſen ſtatt finden. Dennoch ſcheint es nur der Elaſticität einer einzigen von beyden ſich ſtoßenden Maſſen zu bedürfen, wie z. B. ein vollkommen harter Körper von einer geſpannten Saite, indem ſie ſich in ihre vorige Lage wiederherſtellt, ganz gewiß würde zurückgeworfen werden, ſ. **Zurückwerfung**. Dieſer Beweis allein würde folglich nicht entſcheiden. **Bellogradi** (Della Rifleſſione de' Corpi dall Acqua etc. in Parma, 1753. 4.) hat ihn mit vieler Stärke vorgetragen; aber **Spallanzani** (Phyſikaliſche und mathematiſche Abhandlungen, 5te Abh. Vom Abprallen der Steine vom Waſſer) bemerkt dagegen, es laſſe ſich dieſes Abſpringen völlig durch eine bloße Veränderung der Richtung erklären, welche durch den Widerſtand des Waſſers bewirkt werde. Er fügt dieſer Bemerkung viele Verſuche bey, welche beweiſen, daß auch von weichem Thone, zähen Flußſchlamme, friſchen Eyerdottern und andern weichen Maſſen, die

man gewiß nicht für merklich elaſtiſch anſehen kan, die Steine auf eine ähnliche Art abſpringen.

Einen andern Beweis der Elaſticität des Waſſers hat man aus der Fortpflanzung des Schalles durch daſſelbe hergenommen. Wenn man Kugeln, die an Fäden unter Waſſer hängen, an einander ſchlägt, ſo hört man den Schall eben ſo deutlich, als wenn ſie in der Luft zuſammentreffen. Andere hieher gehörige Verſuche ſind bey dem Worte Schall (Th. III. S. 816.) angeführt. Man könnte gegen dieſen Beweis einwenden, daß vielleicht nur die im Waſſer enthaltene Luft das Mittel der Fortpflanzung des Schalles ausmache. Aber hiezu müſte man eine ſolche Stellung der Lufttheilchen annehmen, daß ſich dieſelben von dem Orte der Entſtehung des Schalles an, bis zur Oberfläche des Waſſers in ununterbrochner Reihe berührten, welche Stellung überaus unwahrſcheinlich wäre, und durch jede Bewegung unfehlbar zerrüttet werden müſte. Um aber dieſen Einwurf völlig zu heben, ließ **Nollet** (Mém. de l' acad. des ſc. de Paris, 1743. p. 301 — 306.) einen Wecker unter ſolchem Waſſer ſchlagen, welches er vorher mit möglichſter Sorgfalt von aller Luft gereiniget hatte; er fand aber nicht die geringſte Verminderung des Schalles. **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2267.) wiederholte dieſen Verſuch, und es gelang ihm ſelbiger nicht nur mit Waſſer, ſondern auch mit andern Liquoren; ob er gleich daraus keinen Schluß auf die Elaſticität des Waſſers macht, gegen die er vielmehr gänzlich eingenommen iſt.

Endlich ſcheint auch das Zuſammenziehen durch die Kälte eine Compreſſibilität des Waſſers zu erweiſen; denn wenn es an ſich möglich iſt, daß die Maſſe deſſelben einen geringern Raum einnehmen kan, ſo ſieht man nicht, warum ſie ſich nicht durch zureichende äuſſere Kraft in eben denſelben ſollte zuſammendrängen laſſen. Dennoch wirkt die Kälte anders, als äuſſere Kräfte; es bleibt alſo noch immer nöthig, durch wirkliche Verſuche zu erweiſen, daß das Waſſer einer Zuſammendrückung durch hinlängliche Gewalt fähig ſey.

Einen ſolchen Verſuch erwähnt zuerſt der Kanzler Bacon (Nov. Organon in Opp. ex transl. *Arnoldi.* Lipſ. 1694. fol. p. 390). Er füllte eine hohle, ziemlich dicke bleyerne Kugel genau voll Waſſer, ſchmolz die Oefnung zu, hämmerte und preßte die Kugel flach, und berechnete, wieviel dadurch ihre Capacität ſey vermindert worden. Das Waſſer ließ ſich dieſem Verſuche nach auf einen gewiſſen Grad zuſammenpreſſen, drang aber zuletzt, wie ein feiner Thau, durch das Bley. Robert Boyle (Nova exp. phyſico-mech. de vi äeris elaſtica, Exp. XX. in Opp. var. Genevae apud S. de Tournes, 1680. 4. p. 55.) füllte ein zinnernes rundes Gefäß, woraus er die Luft gezogen hatte, mit Waſſer, trieb mit einer Spritze ſo viel Waſſer, als möglich, hinein, ließ es genau zulöthen, und ſchlug es an einigen Stellen mit einem hölzernen Hammer flach; wenn er alsdann eine Nadel durchs Zinn trieb und wieder auszog, ſo ſprang das Waſſer aus der kleinen Oefnung 2 — 3 Schuh hoch in die Luft. Muſſchenbroek ſchreibt dieſe Erfolge lediglich der Elaſticität des Bleyes und des Zinns zu, die ſich aber doch nachher bey andern ähnlichen Verſuchen nicht ſo ſtark gezeigt hat. Er führt übrigens an, daß Honoratus Fabri einen gleichen Verſuch, wie Boyle, mit einer bleyernen Kugel angeſtellt, und die Elaſticität des Waſſers gegen Magiotto eifrig vertheidiget habe.

Boerhaave (Elem. Chym. To. I. p. 563.) führt einen Verſuch des Duhamel mit einer goldnen Kugel an, in welcher ſich das Waſſer nicht habe zuſammendrücken laſſen. Dieſe Stelle des Duhamel hat Herr Zimmermann nicht auffinden können, wohl aber eine andere, wo von einer eiſernen Röhre mit Kolben oder Schrauben die Rede iſt (Imple tubum ferreum aqua, et embolum vel cochleam impone, hanc intra tubum adiges nunquam. *Duhamel* de conſenſu veteris et novae Philoſ. L. III. c. 4. ed. 1675. p. 433). Boerhaave hat ſeine Anführung des Duhamel und eines gewiſſen Colbert, der einen dem boyliſchen ähnlichen Verſuch mit einer bleyernen Kugel angeſtellt haben ſoll, aus des Wilhelm von Stair Phyſik genommen, welche 1681 engliſch, und 1686 in einer lateiniſchen Ueber-

ſetzung (Phyſiologia nova experimentalis. Lugd. Bat. 4.) herauskam.

Den gröſten Ruf haben die Verſuche der florentiniſchen Akademie del Cimento (Saggi di naturali Eſperienze, fatte nell' Acad. del Cim. in Firenze. 1661. fol. p. 197.) erlangt. Es ſind deren drey. Im erſten wurden zwo Glasröhren mit Kugeln zum Theil mit Waſſer gefüllt, oben mit einander verbunden, und die eine Kugel in Eis geſetzt, in der andern aber das Waſſer zum Kochen gebracht. Die Dämpfe dieſes Waſſers drückten nun heftig gegen das andere, das ſich in der eiskalten Kugel und Röhre befand, konnten es aber dennoch nicht tiefer hinab und zuſammendrücken, ſondern der Druck zerbrach vielmehr den Boden der kalten Kugel, und als man ſtatt der Glaskugeln kupferne nahm, preßten die Dämpfe das Waſſer durch die Löthung der kalten Kugel, und zerſprengten endlich die daran befindliche Glasröhre. Im zweyten Verſuche ward das in eine Glasröhre genau eingeſchloßne Waſſer durch hinzugegoßnes Queckſilber, deſſen Druck bis auf 80 Pfund (gegen 6 Pfund Waſſer) ſtieg, gedrückt, ohne daß ſich dabey die mindeſte Verringerung ſeines Volumens zeigte. Beym dritten Verſuche, welcher der bekannteſte iſt, ward eine dünne große von Silber gegoſſene Kugel genau mit eiskaltem Waſſer angefüllt, die Oefnung ſorgfältig verſchloſſen, und die Kugel gehämmert, um das Waſſer in einen engern Raum zu zwingen. Statt dieſes gehoften Erfolgs drang das Waſſer bey jedem Schlage durch die Poren des Metalls, wie Queckſilber, das durch Leder gepreßt wird. Durch dieſe Verſuche hielt man ſich berechtiget, die Compreſſibilität des Waſſers gänzlich zu läugnen.

Muſſchenbroek (Tentamina exper. natural. captorum in Acad. del Cim. Lugd. Batav. 1731. 4.) hat zu dieſen Verſuchen noch mehrere den baconiſchen ähnliche hinzugefügt. Zwo Kugeln, eine zinnerne und eine bleyerne, von 3 Zoll Durchmeſſer und 3 Lin. Metalldicke, wurden durch eine Seitenröhre ſehr genau mit Waſſer gefüllt, das unter der Luftpumpe von Luft gereinigt und beträchtlich kalt war. In die Röhre ward ſodann ein metallner Zapfen hineingetrieben, die Oefnung zugeſchmolzen, und die Kugel unter

einer ſtarken Preſſe durch Schrauben und Hebel zuſammengedrückt. Die Kugel, welche leer nur geringen Widerſtand gethan hatte, widerſtand angefüllt erſtaunlich. Sobald die mindeſte Zuſammenpreſſung ſtatt fand, drang das Waſſer gleich einem Thaue durch die Oefnungen des Metalls.

Hollmann (Sylloge Commentationum in Reg. Soc. recenſitarum. Gotting. 1762. p. 35.) erhielt um das Jahr 1752 von dem grosbritanniſchen Leibarzte **Peter Shaw** eine Maſchine, welche man in London gebraucht hatte, die Zuſammendrückung des Waſſers zu unterſuchen. Es war eine kupferne Kugel von 4 Zoll Durchmeſſer, in deren Oefnung man eine Schraube vermittelſt eines eiſernen Hebels mit Gewalt eintreiben konnte. Nachdem ſie genau mit Waſſer gefüllt war, und die Schraube eingetrieben ward, ſprang das Waſſer an verſchiedenen Stellen durch Oefnungen oder Ritzen des Metalls, wie aus einer Fontaine, hervor. **Hollmann** verſuchte nachher ebendaſſelbe mit Kugeln von Zinn und Bley, auch mit einer ſilbernen von $\frac{1}{20}$ Zoll Metalldicke. Der Erfolg war der nemliche, nur bey der ſilbernen Kugel drang das Waſſer nicht durch Riſſe des Metalls, ſondern öfnete ſich einen Weg zwiſchen den Schrauben.

Auch die Verſuche, das Waſſer in verſchloßnen Röhren durch Queckſilber zuſammenzudrücken, waren unter andern von **Hamberger** (Elem. Phyſices. Jenae, 1727. 8. p. 171.) und **Nollet** (Leçons de phyſ. exp. à Paris, 1743. To. I. p. 122.) wiederholt worden. **Nollet** nahm eine Röhre ABDC, Taf. XXVI. Fig. 68, von dickem Glaſe, 3 Lin. Weite im Lichten, und 7 Fuß Länge, in die er etwas Queckſilber ſchüttete, um die Krümmung BD anzufüllen. Auf dieſes Queckſilber goß er durch C Waſſer, und ſchmolz, wenn der Theil DC genau damit gefüllt war, die Oefnung bey C zu. Sodann goß er durch A nach und nach mehr Queckſilber hinzu, bis zur Höhe von 7 Fuß. Das Waſſer in DC ward aber durch den ſtarken Druck dieſer Queckſilberſäule nicht zuſammengepreßt, und ſeine Säule behielt unverändert ihre vorige Länge.

Man glaubte dieſen Verſuchen zufolge dem Waſſer alle merkliche Compreſſibilität abſprechen, mithin auch ſeine Ela-

ſticität, welche jene vorausſetzt, bezweifeln zu dürfen. Es iſt aber leicht zu überſehen, daß bey den Zuſammendrückungen in Kugeln die vermeinten Poren, durch welche das Waſſer drang, nichts anders, als Riſſe des Metalls geweſen ſind, welches zu dünn und zu ſchwach war, um der Gewalt des Drucks zu widerſtehen, und daß bey Hambergers und Nollets Verſuchen mit Glasröhren die Länge der Säule DC, Taf. XXVI. Fig. 68, viel zu klein ausfiel, als daß man ſehr geringe Veränderungen ihres Volumens hätte wahrnehmen können; daher es allen dieſen Verſuchen an hinlänglicher Beweiskraft fehlet.

Canton (Experiments to prove, that water is not incompreſsible in Philoſ. Trans. Vol. LII. P. II. p. 640. Vol. LIV. p. 261. und im Neuen Hamburg. Magazin, XII. B. S. 360. 365.) fand dagegen im Jahre 1762, daß flüßige Materien in gläſernen Röhren, die ſich unten in gläſerne Kugeln endigen, bey einerley Grade der Wärme in den Röhren höher ſtehen, wenn man den obern Theil der Röhren luftleer gemacht und dann zugeſchmolzen hat; hingegen niedriger, wenn die Luft der Atmoſphäre noch darauf drücken kan. Durch ſehr ſorgfältige und oft wiederholte Verſuche ergab ſich, daß ein Druck, doppelt ſo groß, als das Gewicht der Atmoſphäre, das Waſſer um $\frac{1}{10870}$ ſeines Volumens zuſammendrücke. Die im Waſſer enthaltene Luft trug dazu nichts bey; denn die Wirkung blieb noch eben dieſelbe, nachdem eine Luftblaſe in die Kugel gelaſſen, und binnen vier Tagen vom Waſſer verſchluckt worden war. Canton fand auch, daß das Waſſer im Winter einer ſtärkern Compreſſion fähig war, als im Sommer, welches ſich hingegen beym Baumöl und Weingeiſt gerade umgekehrt verhielt. Bey 29½ Zoll Barometerhöhe und 50 Grad Temperatur nach Fahrenh. zeigten ſich folgende Größen der Zuſammendrückung durch das Gewicht der Atmoſphäre

Weingeiſt um	0,000066	des Volumens
Baumöl .	0,000048	. . . .
Regenwaſſer	0,000046	. . . .
Seewaſſer .	0,000040	. . . .
Queckſilber .	0,000003	. . . .

Dieſe Größen nehmen nach der Ordnung ab, nach welcher die eigenthümlichen Gewichte der Materien zunehmen, wiewohl nicht in ebendenſelben Verhältnißen. Alle dieſe Flüßigkeiten ſind nicht allein compreſſibel, ſondern auch elaſtiſch, denn ſie dehnen ſich aus, ſo bald der Druck der Atmoſphäre ꝛc. hinweggenommen wird.

Endlich iſt auch die Compreſſibilität des Waſſers durch unmittelbare Verſuche mit Druckmaſchinen vollkommen beſtätiget worden. Herr **Rudolph Adam Abich**, Braunſchweigiſcher Oberſalzinſpector, gab dazu um 1776 eine eigne ſehr einfache Maſchine an, die aus einem hohlen meſſingnen Cylinder mit einem äuſſerſt genau paſſenden Stempel beſteht. Die Dicke des Meſſings aber iſt weit beträchtlicher, als bey den Kugeln der ältern unvollkommenen Verſuche. Sie beträgt 1 Zoll 2½ Lin. nach braunſchweigiſchem Duodecimalmaaße, und eben ſo groß iſt auch der Durchmeſſer der innern Hölung. Dieſe Hölung iſt aber im obern Theile, worinn der Stempel auf und abgeht, enger, und hat nur 9⅛ Lin. im Durchmeſſer. Der Stempel ſelbſt iſt von Eiſen, und es liegen um ihn eilf in Talg gekochte ſtark geſchlagne Leder, die mit zwoen eiſernen Schrauben zuſammengehalten werden. Er ſchließt ſo genau, daß man bey leerer Maſchine 80 Pfund Gewicht anwenden muß, ihn niederzudrücken. Bey jedem Anfüllen des Stiefels mit einer Flüßigkeit muß die Maſchine umgekehrt, und das Flüſſige von unten eingefüllt werden, worauf der Boden durch einen koniſchen mit in Talg gekochtem Leder umlegten Zapfen verſchloßen wird, auf den eine eiſerne Platte paſſet, die man mit einer ſtarken Schraube feſt antreibt. Der Stempel kan durch eine Schraube mit einer Kurbel hineingepreßt werden; um aber die drückende Kraft genauer beſtimmen zu können, hat ſich Herr Zimmermann bey den Verſuchen ſelbſt eines Zapfens bedient, auf den ein eiſerner am Ende mit Gewichten beſchwerter Hebel drücken konnte. Uebrigens iſt von dieſer und andern ähnlichen Maſchinen ſchon bey dem Worte **Compreſſionsmaſchine** (Th. I. S. 531.) gehandlet worden.

Die Verſuche, welche die Herren Abich und Zimmermann (Ueber die Elaſt. des Waſſers. S. 68 u. f.) mit dieſer Maſchine in den Jahren 1777 — 1779 angeſtellt haben, ſetzen es auſſer Zweifel, daß ſich Waſſer und andere Liquoren durch hinlängliche Kraft merklich zuſammendrücken laſſen, und ſich, wenn der Druck weggenommen wird, wieder in den vorigen Raum ausbreiten. Herr Zimmermann findet die Zuſammendrückung von 26¾ Cubikzoll

	durch den Druck v. 745,181 Pf.	durch den Druck v. 2509,591 Pf.
Brunnenwaſſer . .	$\frac{1}{142,66}$ . .	$\frac{1}{35,687}$
Saturirt. Salzwaſſer .	$\frac{1}{103,45}$ . .	$\frac{1}{33,909}$
Milch	$\frac{1}{213,21}$ . .	$\frac{1}{38,693}$
Brantwein	$\frac{1}{224,76}$ . .	$\frac{1}{43,864}$

wobey der Brantwein weniger compreſſibel, als das Waſſer ſcheint, da hingegen Canton die Zuſammendrückung des Weingeiſts ſtärker, als die des Waſſers, angiebt. Der geringe Druck der Atmoſphäre auf den Stempel betrug kaum acht Pfund, und war alſo 93 mal geringer, als der Druck von 745 Pfunden. Dürfte man annehmen, daß ſich die Zuſammendrückung, wie das aufliegende Gewicht verhalte, ſo würde aus dieſen Verſuchen folgen, der Druck des Luftkreiſes comprimire das Brunnenwaſſer um $\frac{1}{93 \cdot 142,66}$ = 0,000075 des Volumens. Dies weicht aber ſehr von Cantons Reſultaten ab; auch lehren die Verſuche ſelbſt deutlich, daß die Verhältniße der Zuſammendrückungen und der Gewichte beträchtlich verſchieden ſind.

Noch andere Verſuche über die Zuſammendrückung des Waſſers und Queckſilbers hat der P. von Herbert (Diſſ. de aquae aliorumque nonnullorum fluidorum elaſticitate. Viennae, 1774. 8.) angeſtellt. Herr von Servieres glaubte 1777 zu finden, daß ein Queckſilberthermometer horizontalliegend höher ſtehe, als in vertikaler Stellung, in welcher letztern die Säule dnrch ihr eignes Gewicht zuſammengedrückt und verkürzt werde.

Eben ſo muß die Elaſticität des Waſſers jede Waſſerſäule unten etwas mehr, als oben, verdichten, weil die untern Theile das Gewicht der obern mit zu tragen haben. Dadurch müſte nun die ganze Säule etwas kürzer werden, als ſie ſonſt ſeyn würde, wenn das Waſſer keiner Zuſammendrückung fähig, und durchaus eben ſo dicht, als oben wäre. **Canton** berechnet aus ſeinen Verſuchen, das Meerwaſſer müſſe in einer Tiefe von 2 engliſchen Meilen um 0,013 ſeines Volumens mehr, als oben, zuſammengedrückt ſeyn, welches die ganze Höhe des Meeres an dieſer Stelle um 69 Fuß 2 Zoll niedriger machen würde. Herr **Zimmermann** erinnert, wenn es möglich wäre, den Druck des Waſſers in einer großen Tiefe auf eine Grundfläche von beſtimmter Größe durch wirkliche Beobachtung zu finden (wozu er Mittel vorſchlägt), ſo würde ſich daraus die Höhe berechnen laſſen, die das Waſſer bey durchaus gleicher Dichte haben müſte. Vergliche man damit die durch das Senkbley gemeſſene wirkliche Höhe, ſo ließe ſich finden, ob das Seewaſſer in der That unten zuſammengedrückt ſey.

Chymiſche Eigenſchaften des Waſſers.

Das Waſſer iſt ein Auflöſungsmittel einer ſehr großen Anzahl von Körpern. Es ſcheint eine gewiſſe Menge atmoſphäriſcher Luft in ſich, wo nicht aufgelöſet, doch ſehr fein zertrennt, enthalten zu können. Wenigſtens giebt es kein Waſſer in der Natur, welches nicht unter der Luftpumpe Luftblaſen von ſich geben ſollte. Und wenn man es durch Auspumpen oder Kochen davon gereiniget hat, ſo nimmt es bey der Berührung mit der Atmoſphäre die vorige Menge Luft bald wieder in ſich; und eine Luftblaſe, die man in ſolches gereinigtes Waſſer bringt, verſchwindet, wenn ſie nicht allzugroß iſt, entweder ſogleich, oder doch wenigſtens nach Verlauf einiger Zeit.

Noch weit ſtärker erfolgt dieſes mit einigen Gasarten, die ſich ſo leicht im Waſſer auflöſen, daß man ſie im Queckſilber-apparate ſperren und aufbewahren muß, und die daher den beſondern Namen der mit Waſſer miſchbaren Gas-

arten führen, ſ. Gas (Th. II. S. 352). Auch die Luftſäure oder fixe Luft, ob ſie gleich nicht mit zu dieſer Claſſe gerechnet wird, iſt dennoch im Waſſer auflöslich, und vermiſcht ſich beym Schütteln in ziemlicher Menge mit demſelben, ſ. **Gas, mephitiſches, Parkeriſche Maſchine.** Dieſe Luftſäure wird auch von Natur in vielen Waſſern angetroffen, ſ. **Geſundbrunnen.**

Unter allen bekannten Körpern löſet das Waſſer die Salze am leichteſten und häufigſten auf, ſo daß dieſe Eigenſchaft einen weſentlichen Charakter derſelben ausmacht. Da nun die Salze durch die ganze Natur verbreitet ſind, ſo greift das Waſſer die allermeiſten Körper an, in ſo fern ſie mit ſalzartigen oder nur den Salzen ähnlichen Theilen verbunden ſind. Auf dieſe Art werden ſelbſt die Erden mit dem Waſſer vereiniget, ob gleich ſonſt die Unauflöslichkeit im Waſſer zu ihren weſentlichen Kennzeichen gehört. So können ſich Kalkerde, Bitterſalzerde u. ſ. w. vermittelſt der Säuren, als Mittelſalze, im Waſſer auflöſen. Das hellſte und durchſichtigſte Waſſer hat doch immer Erden bey ſich, welche gewöhnlich durch Luftſäure damit verbunden ſind. Vielleicht ſind auch die reinen Erden nicht ganz unauflöslich im Waſſer, zumal wenn daſſelbe, wie im papiniſchen Topfe, von einer großen Hitze unterſtützt wird. Auch die metalliſchen Stoffe, nur Gold, Silber und Platina ausgenommen, werden vom Waſſer angegriffen, zumal wenn es auf ihre Flächen in Verbindung mit der Luft wirken kan.

Der Weingeiſt und andere brennbare Geiſter löſen ſich in jedem Verhältniße im Waſſer auf; die Aetherarten jedoch nur in beſtimmter Menge. Für die ſchleimigen, gummi- und gallertartigen Stoffe iſt das Waſſer ein eigenthümliches Auflöſungsmittel. Dagegen verbindet ſich daſſelbe ſchwerer mit Oelen, Harzen, Fetten, und andern brennbaren Stoffen, womit es jedoch durch Salze, als Zwiſchenmittel, vereiniget werden kan, wie mit den Oelen in den Seifen, mit dem Schwefel in den Schwefellebern u. ſ. w.

Man wird hieraus ſchließen, wie nützlich das Waſſer bey den meiſten chymiſchen Operationen ſey, wie ſelten es

aber auch in der Natur ohne fremde Beymiſchungen und Verbindungen mit andern Stoffen angetroffen werde. Selbſt das atmoſphäriſche Schnee- Regen- Hagel- und Thauwaſſer, wovon die beyden erſten Arten die reinſten ſind, enthält noch immer etwas Kalkſalz und Salpeterſäure. Die Quell- und Brunnenwaſſer führen insgeſammt Erden bey ſich, deren Verbindung mehrentheils durch Luftſäure bewirkt wird, oder zwiſchen einer bloßen Vermengung und eigentlichen Auflöſung das Mittel hält. Die Fluß- und ſtehenden Gewäſſer ſind insgemein voll ſichtbarer Unreinigkeiten. Die reinſten Quell- und Flußwaſſer ſind die, welche über Sand, Sandſtein und andere Kieſelarten fließen, weil ſich dieſe vom Waſſer am wenigſten angreifen laſſen, und daſſelbe vielmehr ſeine erdigten und ſalzigen Stoffe an ſie anlegen und ſich dadurch von denſelben reinigen kan.

Zu chymiſchen Operationen und ſolchen phyſikaliſchen Verſuchen, wo reines Waſſer als Maaßſtab dienen ſoll, muß man **deſtillirtes Waſſer** wählen. Man verſchaft ſich daſſelbe, indem man Regen- Schnee- oder Brunnenwaſſer aus einer gläſernen Retorte im Sandbade, oder einer kupfernen Blaſe mit zinnernen Helme und Röhre bey mäßigem Feuer deſtillirt. Hiebey gehen die flüchtigen Beymiſchungen zuerſt mit über, und die feuerbeſtändigen bleiben bis ans Ende zurück. Man erhält alſo ganz reines Waſſer, wenn man die zuerſt übergegangenen Antheile weggießt, und beym letzten Drittel oder Viertel die Operation abbricht. Dieſes Waſſer wird in reinen gläſernen Flaſchen aufgehoben, die man aber nicht mit Kork verſtopfen, ſondern mit Papier bedecken muß.

Dieſes deſtillirte Waſſer verſtattet man ſich als einen immer gleichartigen Stof zu betrachten, und ſeine ſpecifiſche Schwere, Wärme u. ſ. w. bey beſtimmten Temperaturen = 1 zu ſetzen. Dennoch iſt es nicht ganz rein; es leidet mit der Zeit eine gewiſſe Verderbniß, und wird alsdann von einigen gegenwirkenden Mitteln verändert (ſ. **Weſtrumb** phyſikal. chem. Abhandl. Heft 2. S. 207), welches ein ganz reines Waſſer nicht thun ſollte.

Bey ſeinen häufigen Verwandſchaften mit mancherley Stoffen tritt das Waſſer in viele Verbindungen, aus denen man es doch am Ende immer unverändert wieder erhält. Daß es durch den Wärmeſtof die Dampf- und Luftgeſtalt, und durch Entziehung der Wärme die Form eines feſten Körpers erhält, iſt ſchon im Anfang dieſes Artikels angeführt worden. Es hängt ſich an diejenigen Körper, mit denen es verwandt iſt, an, benetzt dadurch ihre Oberflächen, und dringt in ihre Zwiſchenräume und feinen Gefäße als Feuchtigkeit ein. Bey Berührung mit der Luft iſt es der Ausdünſtung unterworfen, welche von einigen als wahre chymiſche Auflöſung des Waſſers in der Luft, von andern blos als Mengung eines vom Wärmeſtof aufgelöſeten und in Dünſte verwandleten Waſſers mit der Luft, betrachtet wird, ſ. **Ausdünſtung, Dünſte.** Das in der Luft als Dunſt oder Feuchtigkeit enthaltene Waſſer theilt ſich auch andern dieſer Luft ausgeſetzten Körpern mit, worauf die Phänomene der Hygrometer beruhen, ſ. **Hygrometer.** Dieſe Mittheilung dauret ſo lange, bis ein gewiſſes Gleichgewicht erreicht iſt, und jeder Körper von der vorhandenen Feuchtigkeit den ihm zukommenden Antheil in ſich genommen hat; eben ſo, wie die fühlbare Wärme ſich unter ein Syſtem von mehrern Körpern vertheilt, ſ. **Wärme, Wärme, ſpecifiſche.** Daher kömmt die Aehnlichkeit der hygrometriſchen Phänomene mit den thermometriſchen, und man kan ſich hier eben ſo eine verſchiedene Capacität der Stoffe gegen die Feuchtigkeit gedenken, wie man ſich eine verſchiedene ſpecifiſche Wärme derſelben vorſtellt. Daß dieſe hygrometriſche Affinität der Stoffe genau im Verhältniße ihrer chymiſchen Verwandſchaft mit dem Waſſer ſtehen werde, iſt gar nicht zu erwarten, da bey den hygrometriſchen Erſcheinungen Luft und Wärmeſtof ganz anders mitwirken, als bey unmittelbarer Berührung der Stoffe mit tropfbarem Waſſer.

Das Waſſer wird in einigen feſten Körpern mit Verluſt ſeiner tropfbaren Geſtalt **gebunden**, und als ein feſter Beſtandtheil mit ihnen vereiniget. Dies geſchieht z. B. bey dem Anſchießen der Salze mit dem ſogenannten **Kry-**

ſtalliſationswaſſer, und eben ſo findet man Waſſer bey der Zerlegung mancher Körper, in welchen vorher bey vollkommener Austroknung nicht die mindeſte Spur einer tropfbaren Feuchtigkeit zu entdecken war, z. B. in hartem und troknem Guajakholze, in den Knochen und Hörnern der Thiere. So haben die meiſten organiſchen Körper, alle Kryſtalliſationen der Salze und der mehreſten Erden, Waſſer als einen weſentlichen Beſtandtheil in ſich. Sie verlieren daſſelbe durchs Feuer, oft auch ſchon durch die Anziehung der Luft, und verwittern oder zerfallen dadurch zu einem lockern undurchſichtigen Staube, der alsdann das tropfbare Waſſer, womit man ihn in Berührung bringt, mit vieler Kraft wieder anziehet und bindet. Ein deutliches Beyſpiel hievon giebt das Brennen und nachmalige Binden des Gypſes, das Verwittern und nachmalige Verhärten des Glauberſalzes u. ſ. w.

Aus allen dieſen Verbindungen läſt ſich das Waſſer wiederum ſcheiden. Man findet es alsdann, wenn es hinlänglich gereiniget iſt, immer in ſeiner vorigen Beſchaffenheit wieder. Man mag es für ſich, oder mit irgend einem Zwiſchenmittel, deſtilliren; ſo wird es doch allezeit ſich gleich bleiben, und nie in ſeinen weſentlichen Eigenſchaften die mindeſte Veränderung leiden.

Durch viele und oftmals wiederholte Deſtillationen eines und ebendeſſelben Waſſers, ingleichen durch Reiben im Mörſel, Schütteln, Fäulniß des Waſſers, haben zwar mehrere Naturforſcher, z. B. **Boyle** (De origine formarum in Opp. ed. Genev. 1680. 4. p. 259 ſqq.), **Geoffroy**, **Wallerius**, **Eller**, und vorzüglich **Marggraf** (Chemiſche Schriften, Th. I. Abhandl. XVIII. §. 6 u. f.) jederzeit etwas Erde erhalten. **Boyle** folgerte daraus eine Verwandlung des Waſſers in Erde, welcher Meinung auch **Newton** beytrat. Die ſchwediſchen Naturforſcher, beſonders **Celſius** und **Linné**, haben in der Folge eben daſſelbe behauptet, und daraus eine beſtändige Abnahme des Meeres und Vergrößerung der troknen Erdfläche herleiten wollen, ſ. **Meer** (Th. III. S. 185). Dagegen behauptete ſchon **Boerhaave**, und nachher **Pott**, daß dieſe Folge-

rung aus den angeführten Verſuchen nicht richtig fließe. Vornehmlich aber hat Lavoiſier (Mém. ſur la nature de l'eau et ſur les experiences, par lesquelles on a prétendu prouver la poſſibilité de ſon changement en terre in d. Mém. de l'acad. des ſc. à Paris, 1770. p. 73. Second Mém. p. 90. und in Crells chem. Journal, Th. III. S. 151 u. f.) durch eine Reihe überaus genauer Verſuche gezeigt, daß der kleine Antheil von Erde, den man bey jeder Deſtillation des Waſſers erhält, nicht vom Waſſer, ſondern vielmehr von den Gefäßen herkomme, als wovon er ſich durch Abwägung der letztern vor und nach jeder Operation überzeugt hielt. De Machy hat dieſe Verſuche wiederum beſtritten, und behauptet, daß der im Waſſer enthaltene Antheil von Säuren zu gering und überhaupt nicht im Stande ſey, die Kieſelerde der Glasgefäße aufzulöſen, welche auch hiebey ihre Durchſichtigkeit verlieren müſten; daß auch die aus dem Waſſer erhaltene Erde weit mehr am Gewichte betrage, als die Gefäße verlöhren (welche letztern man ſogar nach manchen Operationen ſchwerer, als vorher, finde) und daß ſie überdies in Säuren leicht auflöslich, mithin nicht die Kieſelerde der Gefäße ſey. Fontana (in *Rozier* Journal de phyſ. Mars. 1779. überſ. in den leipz. Sammlungen zur Phyſ. u. Naturg. II. B. 1. St. S. 39 u. f.) tadlet an de Machy Verſuchen, daß dabey die Communication zwiſchen der äuſſern Luft und dem Innern der Gefäße offen geblieben ſey, alſo die Luft fremde Stoffe habe herbeyführen können. Er ſelbſt fand die erhaltene Erde in Säuren unauflöslich, und von dunklerer Farbe im gemeinen, als im Kryſtallglaſe; ja in der einen Phiole von Kryſtallglas hatte ſich gar keine Erde erzeugt. Dies beſtimmt ihn, die erhaltene Erde nur vom Glaſe herzuleiten, wiewohl er geſteht, daß das Durchſichtigbleiben der Gläſer ein wichtiger Einwurf dagegen ſey, und die ganze Sache noch zweifelhaft bleibe.

Daß man durch bloßes Waſſer ohne alle Erde Pflanzen und Bäume zu einem merklichen Wachsthum bringen kan, iſt ein bekannter Verſuch, den nach Vanhelmont (Complexionum atque mixtion. elem. figmentum in Opp.

ed. Havn. 1707. p. 104.) auch Boyle, Eller (Mem. de l'acad. de Berlin, 1746. p. 45.), du Hamel (Phyſique des arbres, To. II. p. 198 ſqq.) und Bonnet (Mém. preſentés To. I. p. 420 ſqq. ingl. Betrachtungen über die Natur, Leipzig, 1772. 8. S. 124 u. f.) angeſtellt haben. Auch hieraus hat man beweiſen wollen, das reine Waſſer könne ſich in Erde, Salze, Oele ꝛc. verwandlen; wiewohl die meiſten das Wachsthum der Pflanze lieber aus den dem Waſſer beygemiſchten oder durch die Luft herbeygeführten erdigten und ſalzigen Stoffen erklären. Merkwürdige Verſuche über das Wachsthum der Pflanzen in deſtillirtem Waſſer von Herrn Hofmann finden ſich in Herrn Grens Journal der Phyſik (Jahr 1791. 7tes Heft, S. 10 u. f.).

Daß das Waſſer ſich in Luft verwandlen laſſe, glaubten ſchon die Alten durch die Phänomene der Aeolipile zu erweiſen, ſ. Windkugel. Wolf (Nützl. Verſ. Th. I. Cap. 7.) beſchäftigt ſich ſehr mit Widerlegung dieſer vermeinten Transelementation, indem er zeigt, daß der Dampf der Windkugel noch immer Waſſer, und nicht Luft, ſey, weil ihn die Kälte wieder zu Waſſer verdichtet. Eben ſo zeigt er, der Dampf des Weingeiſts ſey noch immer Weingeiſt, weil er ſich entzünden laſſe. Jetzt wiſſen wir, daß das Waſſer allerdings die Luftgeſtalt erhalten könne, daß man aber dieſes nicht für Verwandlung eines Elements in das andere, ſondern blos für Aenderung der Form oder des Zuſtands zu halten habe.

Wegen ſeiner Unveränderlichkeit und Unzerlegbarkeit iſt das Waſſer von je her als eine einfache elementariſche Subſtanz betrachtet worden. Macquer urtheilt, die Chymiker müſten es dafür wenigſtens ſo lange halten, als noch kein Mittel, es zu zerſetzen, bekannt ſey. Die neuſten Verſuche der Scheidekünſtler ſcheinen endlich auf eine Zerlegung und Zuſammenſetzung des Waſſers zu führen, obgleich deren Gewißheit noch gar vielem Zweifel ausgeſetzt iſt. Indeſſen hat die daraus gezogne Folge, daß das Waſſer ein zuſammengeſetzter Stof ſey, einen ſo wichtigen Einfluß auf die neuern Syſteme und Erklärungen, daß ich nicht umhin

kan, zum Schluſſe dieſes Artikels noch etwas hievon beyzubringen.

Verſuche über die Zerlegung und Zuſammenſetzung des Waſſers.

D. Prieſtley's Unterſuchungen der Gasarten hatten ſchon ſo manchen concreten Stof wider alles Erwarten in Luftform dargeſtellt, als Cavendiſh im Jahre 1782 auch das Waſſer in dieſer neuen Form entdeckte. Er hatte nemlich den Urſprung desjenigen Waſſers unterſucht, das man (nach einer von Warltire gemachten Beobachtung) allemal in den Gefäßen findet, in welchen Miſchungen von brennbarer und atmoſphäriſcher Luft verbrannt ſind, und dabey gefunden, daß eine Miſchung von brennbarer und dephlogiſtiſirter Luft in gehörigem Verhältniße, durch den elektriſchen Funken entzündet, ſich gänzlich in Waſſer verwandle. Um eben dieſe Zeit entdeckte auch Prieſtley, daß ſich reines Waſſer durch Verbindung mit lebendigem Kalke, oder in irdenen Retorten, Flintenläufen ꝛc. durch die Hitze in Luftarten verwandlen laſſe. Die Verſuche von Prieſtley ſind im dritten Bande ſeiner Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gegenſtände der Naturlehre, und die von Cavendiſh in den philoſophiſchen Transactionen vom Jahre 1784 beſchrieben (ſ. auch Crells chemiſche Annalen, 1785. B. I. S. 324 u. f.).

Watt, der an dieſen Verſuchen viel Antheil genommen hatte, ſchloß daraus, das Waſſer ſey aus dephlogiſtiſirter und brennbarer Luft zuſammengeſetzt, die man ihrer latenten Wärme beraubt habe; und die dephlogiſtiſirte Luft ſelbſt ſey nichts anders, als ein ſeines Phlogiſtons beraubtes und mit Elementarfeuer und Licht verbundenes Waſſer, ein dephlogiſtiſirtes Waſſer in Luftgeſtalt. Er unterſtützte dieſe Theorie durch die Bemerkung, daß die Subſtanzen, aus denen man dephlogiſtiſirte Luft erhält, z. B. Salpeter, Alaun, Metallkalke, eine ſehr ſtarke Verwandſchaft mit dem Phlogiſton haben, mithin daſſelbe bey der Entwickelung der Luft an ſich behalten. Daraus erklärte er auch,

warum ſich das Waſſer nur in irdenen, nicht in gläſernen, Retorten in Luft verwandlen laſſe, weil nemlich die Subſtanz der Retorten das Phlogiſton in ſich nehme und im Glühen durchlaſſe, welches bey gläſernen Gefäßen nicht ſtatt finde. Inzwiſchen fand doch D. Prieſtley bey dieſer Theorie noch Schwierigkeiten, welche ihre Bekanntmachung verſchoben. Im Junius 1783 reiſete D. Blagden nach Paris, machte die franzöſiſchen Phyſiker mit dieſen Entdeckungen bekannt, und veranlaßte dadurch die merkwürdigen Verſuche der Herren Lavoiſier, de la Place, Meusnier und Monge (Mém. ou l'on prouve, que l'eau n'eſt pas une ſubſtance ſimple in dem erſt 1784 herausgekommenen Bande der Mém. de l'Acad. des ſc. à Paris. 1781. p. 269. ſqq. p. 488 ſqq.), deren Folgen man ſo innig mit dem antiphlogiſtiſchen Syſtem und der neuen chymiſchen Nomenclatur verwebt hat, und die ich hier, um der Kürze willen, ſo beſchreibe, wie ſie Lavoiſier in ſeinen Anfangsgründen der Chymie (Traité elementaire de chimie, preſentée dans un ordre nouveau, & d' après les découvertes modernes. à Paris. 1789. II. Vol. 8.) vorgetragen hat.

Man läſt eine Glasröhre in einer etwas geneigten Lage durch einen Ofen gehen, macht ſie glühend, leitet durch ſie von oben herein die Dämpfe einer bekannten Quantität Waſſers, das in einer gläſernen Retorte in beſtändigem Kochen erhalten wird, fängt das, was aus dem untern Ende des glühenden Glasrohrs ausgeht, in einer ſpiralförmig gewundenen gläſernen Röhre auf, und leitet es durch dieſelbe in eine Flaſche, welche durch ein anderes Rohr mit einem pnevmatiſch-chymiſchen Apparate verbunden iſt. Wenn man nun die ſchiefliegende Glasröhre blos glühend macht, und die Dämpfe des Waſſers in der Retorte ſo hindurchtreibt, ſo kühlen ſich dieſelben in der ſpiralförmigen Röhre ab, und verdichten ſich wieder zu Waſſer, welches in die Flaſche hinabtröpfelt. Am Ende findet man alles Waſſer in der Flaſche wieder, ohne daß ſich ein Gas entwickelt hat, und dieſe Operation iſt eine bloße Deſtillation des Waſſers.

Bringt man aber in das ſchiefliegende Glasrohr 28 Gran gröblich zerſtoßene wohl ausgeglühte Kohle, und fängt

alsdann eben dieſe Operation an, ſo iſt am Ende derſelben die Kohle verſchwunden; man findet auch nicht das ganze übergetriebne Waſſer in der Flaſche wieder, ſondern es fehlen daran 85,7 Gran. Dagegen iſt jetzt eine ziemliche Menge Gas entſtanden, welches ſich im pnevmatiſchen Apparate geſammlet hat, und aus 100 Gran Luftſäure (*gas carbonique*) und 13,7 Gran einer ſehr leichten brennbaren Luft beſteht, mithin gerade ſo viel wiegt, als das verlohren gegangne Waſſer und die Kohlen zuſammen (85,7 + 28 = 113,7). Lavoiſier ſchließt hieraus, daß die 85,7 Gran Waſſer durch dieſen Proceß zerſetzt worden ſind, und alſo vorher aus 72 Gran dephlogiſtiſirter Luft (oder vielmehr Oxygen, als der Baſis derſelben) und 13,7 Gran Baſis der brennbaren Luft, beſtanden haben. Die 28 Gran Kohlen haben ſich nach ſeiner Erklärung mit den 72 Gran Oxygen zu 100 Gran Luftſäure oder Kohlengas verbunden.

Bringt man ſtatt der Kohle in das Glasrohr 274 Gran kleine ſpiralförmig gewundene Bleche von ſehr weichem Eiſen, ſo findet man am Ende der Operation dieſes Eiſen verkalkt, mit einer Gewichtszunahme von 85 Gran. Das Waſſer iſt nicht mehr völlig vorhanden, ſondern man bemerkt daran einen Abgang von 100 Gran. Im pnevmatiſch-chymiſchen Apparate findet ſich jetzt blos ein ſehr leichtes brennbares Gas, welches nur 15 Gran wiegt. Hieraus wird nun wiederum der Schluß gezogen, daß die verlohren gegangenen 100 Gran Waſſer zerſetzt worden ſind, zuvor aber aus 85 Gran Oxygen und 15 Gran Baſis der brennbaren Luft beſtanden haben.

Dieſen Schlüſſen zufolge wird das Waſſer als eine aus zwo Beſtandtheilen zuſammengeſetzte Subſtanz angeſehen. Der erſte Beſtandtheil iſt die Baſis der reinen Luft, oder das ſogenannte **Oxygen**, der andere die Baſis der brennbaren Gasarten, welcher die Urheber der neuen Nomenclatur den Namen des **Hydrogens**, oder **waſſererzeugenden Grundſtofs** (*principe hydrogène*) beylegen, ſo wie ſie die brennbare Luft ſelbſt *Gas hydrogène* nennen. Von dieſem Hydrogen nimmt Lavoiſier an, daß es für ſich allein, bey dem Drucke der Luft und den Temperaturen, wor-

inn wir leben, nie anders, als im Zuſtande eines Gas erſcheinen könne.

Es wird aber dieſe Behauptung von den Beſtandtheilen des Waſſers auch durch die Zuſammenſetzung beſtätiget. Man küttet auf einen gläſernen, etwa 50 Pinten Waſſer faſſenden, Ballon eine Kupferplatte auf, durch welche 4 Röhren gehen. Die erſte Röhre kan mit einer Luftpumpe verbunden werden, um den Ballon von Luft auszuleeren. Die zweyte Röhre geht in ein Behältniß mit dephlogiſtiſirter, die dritte in eines mit brennbarer Luft. Dieſe drey Röhren ſind mit Hähnen verſehen. Die vierte Röhre iſt von Glas und enthält einen Metalldrath mit einem kleinen Knopfe, um daraus gegen die Oefnung der metallnen Röhre, aus welcher die brennbare Luft ausfährt, innerhalb des Ballons einen elektriſchen Funken ſchlagen zu laſſen. Die Luftarten, die man in dieſen Ballon leitet, müſſen ſo trocken, als möglich, ſeyn (weil ſonſt der ganze Verſuch nichts beweiſen würde), daher man ſie durch trokne Blättererde oder troknen ſalzſauren Kalk leitet. Auch dürfen ſie keine Luftſäure enthalten.

Man bringt nun die erſte Röhre an die Luftpumpe, leeret den Ballon aus, und läſt durch Oefnung der Hähne dephlogiſtiſirte und brennbare Luft, doch allemal mehr von der erſtern, ein. Wenn man nun das Gemiſch durch den elektriſchen Funken entzündet, ſo kan man auf dieſe Art die Verbrennung ſehr lange unterhalten. So wie dieſe fortdauert, ſetzt ſich an der innern Fläche des Ballons Waſſer ab, welches ſich endlich in großen Tropfen vereiniget, und auf dem Boden ſammlet. Durch Abwägung des Ballons vor und nach der Operation kan man das Gewicht dieſes geſammleten Waſſers beſtimmen. Auch bey dieſem Verſuche verſichern Lavoiſier und Meusnier in Gegenwart mehrerer Commiſſarien der Akademie aus 85 Theilen Oxygen und 15 Theilen Hydrogen, dem Gewichte nach 100 Theile Waſſer erhalten zu haben. Sie glauben daher, es ſey durch Zerlegung ſowohl, als durch Zuſammenſetzung, erwieſen, daß das Waſſer aus Oxygen und Hydrogen beſtehe, welche beyde Stoffe abgeſondert eine ſo ſtarke Verwand-

ſchaft zum Wärmeſtof (*Calorique*) hätten, daß ſie nie anders, als unter der Geſtalt von Gasarten erſcheinen könnten. **Lavoiſier** hält dies für ſo ausgemacht, daß er ſich wundert, wie dieſe Wahrheit bisher dem aufmerkſamen Auge der Naturforſcher und Chymiſten habe entgehen können.

Cavendiſh trägt ſeine Verſuche in dem LXXIVſten Bande der Transactionen vor, und begleitet ſie mit einer Theorie, welche ſich von **Watt's** oben angeführter blos darinn unterſcheidet, daß Cavendiſh die Wärme nicht als eine eigne Subſtanz anſieht, die durch ihre Verwandſchaft in die Zuſammenſetzung der Luftarten eingehe, ſondern ſie blos als einen Zuſtand der Körper betrachtet. Entkleidet man den Vortrag von den Hypotheſen, die jedem dieſer Phyſiker beſonders eigen ſind, ſo ſtimmen **Cavendiſh**, **Watt** und **Lavoiſier** ganz in den Satz überein, das Waſſer ſey zuſammengeſetzt aus den Grundtheilen oder wägbaren Subſtanzen der dephlogiſtiſirten und der brennbaren Luft.

Dieſe Entdeckung ward von den Phyſikern mit ganz ausgezeichnetem Beyfall aufgenommen. Herr **de Lüc** (Neue Ideen über die Meteorologie, II. Th. §. 688.) nennt ſie, nachdem er ihre Geſchichte ausführlich erzählt hat, den erſten Stral von wahrem Lichte in der Meteorologie, und die Morgenröthe eines großen Tages. Er bedient ſich ihrer ſehr ſinnreich, um begreiflich zu machen, wie das Waſſer im Luftkreiſe, ehe es als Regen herabfällt, lange Zeit die Geſtalt irgend einer Luftart haben, und ſich in dieſer Form dem Hygrometer entziehen könne, woraus er einige ſonſt räthſelhafte Erſcheinungen erklärt, ſ. **Regen**; er gebraucht ſie auch zu ſeinen Theorien des Feuers und der Verbrennung, ſ. **Feuer**.

Es iſt aber dieſe Waſſererzeugung aus reiner und brennbarer Luft bey weitem noch nicht ſo feſt beſtätiget, daß man ſie mit **Lavoiſier** zur Stütze eines ganz neuen Syſtems der Chymie annehmen kan. D. **Prieſtley**, der ſich nicht von dem Verdachte hatte losreiſſen können, daß das erzeugte Waſſer in den vermiſchten Luftarten bereits als Waſſer befindlich geweſen ſey, troknete dieſe Luftarten vor dem Verſuche ſorgfältig, indem er ſie mit fixem Salmiak über Queck-

ſilber einſchloß. Nach dieſer Vorbereitung erhielt er durch die Verbrennung weit weniger Waſſer, als das Gewicht der vermiſchten Luftarten betrug, und es zeigte ſich nunmehr dabey eine wahre Salpeterſäure (Philoſ. Trans-act. Vol, LXXVIII. p. 147 — 157), dergleichen auch Cavendiſh bey dieſem Proceſſe bereits wahrgenommen hatte, ſ. Gas, phlogiſtiſirtes (Th. II. S. 409 u. f.), und wenn der Verſuch in kupfernen Gefäßen angeſtellt ward, ſo war das erhaltene Waſſer blau. Hiemit ſtimmen auch die Verſuche der Herren van Marum, D. Deimann und Trooſtwyk in Amſterdam (ſ. Gothaiſches Magazin, IV. B. 4 St. S. 154.), le Febre de Guineau (ebend. VII. B. 1 St. S. 1 u. f.), nebſt allen denjenigen überein, welche Prieſtley (Philoſ. Trans. Vol. LXXVIII. P. II. p. 404 ſqq. LXXIX. p. 7 ſqq.) und Cavendiſh ſelbſt (Phil. Trans. Vol. LXXVIII. P. II. p. 260.) weiterhin angeſtellt haben. Dieſemnach erweiſen die Verſuche nur, daß ſich das Waſſer mit den Luftarten verbinden und ihre Geſtalt annehmen könne, nicht aber, daß es ſelbſt aus den Grundtheilen mehrerer Luftarten zuſammengeſetzt ſey.

Prieſtley bemerkt, man wiſſe längſt, daß das Waſſer in die Zuſammenſetzung aller Luftarten komme, und die eigentliche Baſis derſelben ausmache. Dieſer Satz, der ſich weit wahrſcheinlicher behaupten laſſe, mache es ganz überflüßig, an eine Zuſammenſetzung des Waſſers aus zwoen Luftarten zu denken, und die Lehre vom Phlogiſton zu verwerfen, die doch alle neuentdeckte Thatſachen eben ſo leicht erkläre.

Nun ſchreibt zwar Cavendiſh die gefundene Salpeterſäure einem Antheile phlogiſtiſirter Luft zu, der unter der dephlogiſtiſirten befindlich ſey, und Lavoiſier erklärt ſie ſeinem Syſtem gemäß eben ſo aus einem Antheil von Azote, mit welchem ſich das Oxygen zu Salpeterſäure verbinde; man muß aber bey dieſer Erklärung annehmen, daß jede dephlogiſtiſirte Luft einen Antheil von phlogiſtiſirter bey ſich führe, auf welche Art und aus was für Stoffen ſie auch bereitet ſey.

Die angegebnen Zerlegungen des Waſſers durch Verbrennung der Kohle und Verkalkung des Eiſens in glühenden Röhren, beweiſen nur alsdann etwas, wenn man ſie nach dem antiphlogiſtiſchen Syſtem auslegt. In der phlogiſtiſchen Theorie kan man mit eben ſo viel Rechte ſagen, das Waſſer erhalte durch die Glühhitze bey Berührung des Eiſens oder der Kohle die Luftform, bewirke als reine Luft die Verkalkung und Verbrennung, und bleibe im Eiſenkalke mit Vermehrung des Gewichts zurück, dagegen das Phlogiſton des Metalls und der Kohle die brennbare Luft bilden helfe, u. ſ. w. Hierauf alſo das antiphlogiſtiſche Syſtem ſtützen, iſt ein wahrer Cirkel im Beweiſen.

Auch iſt dieſe Zuſammenſetzung des Waſſers keinesweges fähig, alle Erſcheinungen zu erklären. Die Verſuche können höchſtens nur beweiſen, daß reine und brennbare Luft bey ihrer Entzündung Waſſer geben. Man iſt aber bey einer großen Menge von Erſcheinungen genöthigt anzunehmen, daß ſie dergleichen ſchon durch ihre bloße Vermiſchung geben, welche Vorausſetzung auf keine Thatſachen gegründet iſt.

Es iſt ſehr lehrreich, **Prieſtley's** Einwürfe gegen die Waſſererzeugung zu leſen, welche Herr **Gren** (Journal der Phyſik, 1790. 4tes Heft, S. 66 u. f.) aus dem 78ſten Bande der Transactionen mittheilt. Wie weit Herr **de Lüc** ſeine anfängliche Bewunderung dieſer Entdeckungen anjetzt herabſtimmt, findet man ebendaſelbſt (5tes Heft. S. 252 u. f. 6tes Heft. S. 402. 7tes Heft. S. 132.) in dreyen Briefen dieſes Gelehrten an **de la Metherie**, deren Inhalt uns noch viele Aenderungen in ſeiner Theorie des Feuers erwarten läßt. Inzwiſchen verſchwinden darum ſeine ſchönen Hofnungen für die Meteorologie noch nicht; dieſe beruhen lediglich auf der Entdeckung des Waſſers in Luftgeſtalt, welche hinlänglich erwieſen, und von der Zuſammenſetzung aus Oxygen und Hydrogen ganz unabhängig iſt.

Den Herren **Paets von Trooſtwyk**, **Deimann** und **Cuthbertſon** iſt es nur vor kurzem gelungen, aus deſtillirtem und ſorgfältig von Luft gereinigten Waſſer in einer Glasröhre, durch den elektriſchen Schlag von einem

Quadratfuße belegter Fläche, eine Luft zu erhalten, welche ſich am obern verſchloßnen Ende der Glasröhre anſammlet, und wenn die Säule ſo lang geworden iſt, daß die Entladung nun durch die Luft ſelbſt geht, entzündet wird und verbrennet (ſ. *Rozier* et *de la Metherie* Journal de phyſ. Novemb. 1789. ingl. **Cuthbertſons** Brief in den leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturg. IV. B. 4 St. S. 453 u. f.). Da nun jede der Entzündung fähige Luft gewöhnlich aus dephlogiſtiſirter und brennbarer beſteht, ſo hat man dieſen Verſuch als eine Beſtätigung der neuern Meinungen angeſehen, und aus ihm wiederum gefolgert, der elektriſche Schlag zerlege das Waſſer in dieſe beyden Luftarten, als in ſeine Beſtandtheile. Herr **de Lüc** aber zeigt in den erwähnten Briefen an **de la Metherie**, daß dieſes noch gar nicht folge, und vielmehr dasjenige Syſtem weit wahrſcheinlicher ſey, welches das Waſſer als den alleinigen wägbaren Beſtandtheil aller Luftarten anſieht, und zur Bildung derſelben Feuer mit Licht begleitet, z. B. Glühen, Sonnenſtralen, elektriſche Funken u. ſ. w. erfordert.

Bis jetzt iſt man wenigſtens noch nicht genöthigt, von der Meinung der Alten, daß das Waſſer ein einfacher elementariſcher Stof ſey, abzugehen. Vielmehr läſt es ſich ſehr wohl vertheidigen, daß daſſelbe einen Beſtandtheil, wie der meiſten Körper, ſo auch der Luftgattungen, ausmache, und vorzüglich, wie Herr **Achard**, **Weſtrumb** und viele andere Naturforſcher glauben, die Baſis der reinen dephlogiſtiſirten Luft ſey.

Gren Grundriß der Naturlehre. Halle, 1788. 8. §. 242. 566 u. f.

Wolf Nützliche Verſuche. Halle, 1721. 8. Th. I. S. 12. 13.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. Lugd. Bat. 1762. 4maj. To. II. Cap. 27. De Aqua, §. 1418. ſqq.

Karſten Anleit. zur gemeinnützl. Kenntniß der Natur. Halle, 1783. 8. §. 42.

E. A. W. Zimmermann. über die Elaſticität des Waſſers. Leipzig, 1779. gr. 8.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Waſſer.

Gren ſyſtem. Handbuch der geſ. Chemie. I. Th. Halle, 1787. gr. 8. S. 232—238.

de Lúc neue Ideen über die Meteorologie, a. d. frz. II. Th. Berlin u. Stettin, 1788. gr. 8. S. 153 u. f.

Gren Journal der Phyſik, an den angeführten Stellen.

Waſſer, mineraliſche, ſ. Geſundbrunnen.

Waſſerfall, Cataracta, *Caſcade*, *Cataracte d'eau.* Das Herabſtürzen der Bäche und Flüße an Stellen, wo das Flußbett durch ſteile Abhänge unterbrochen wird. Solche Fälle finden ſich mehrentheils in den gebirgigen Gegenden, nicht weit vom Urſprunge der Flüße; weil weiterhin das Flußbett regelmäßiger wird, und zulezt mit einem ſanften und faſt durchaus gleichförmigen Abhange bis zum Meere fortgeht. So ſtürzen in der Schweiz der Staubbach bey Lauterbrunn, die Piſſe-vache und andere Bergwaſſer, von ziemlichen Höhen herab; und der Rhein hat noch bey Schafhauſen einen Fall von 80 Fuß und einen andern bey Laufenburg.

Bey den Alten werden die Katarakten des Nils (Catadupae) als ſehr anſehnlich vorgeſtellt (Vbi Nilus ad illa, quae *Catadupa* nominantur, praecipitat ex altiſſimis montibus, ea gens, quae illum locum accolit, propter magnitudinem ſonitus ſenſu audiendi caret. *Cic.* Somn. Scip. ingl. *Plin.* H. N. V. 9. VI. 29. *Seneca* Quaeſt. nat. IV. 2. *Ammian. Marcellin.* XXII. 34. 36). Einer der beträchtlichſten jezt bekannten Waſſerfälle iſt der des Flußes Niagara in Canada, der ſich 156 pariſer Fuß hoch faſt ſenkrecht hinabſtürzt, und an dieſem Orte faſt eine Viertelſtunde Weges breit iſt. Dieſer Fall zertrennt das Waſſer durch Schlagen und Stoßen ſo fein, daß ein Dunſt oder Nebel davon bis an die Wolken aufſteigt, den man auf 5 Stunden weit ſehen kan, und in dem ſich, weil er aus feinen Tröpfchen beſteht, im Sonnenſcheine die ſchönſten Regenbogen bilden. Im Grunde entſtehen durch den Sturz des Waſſers ſo ungeheure Wellen, daß der Fluß auf 6 Meilen weit nicht zu befahren iſt. In der Nähe iſt das Getös ſo ſtark, daß man nichts anders hören kan (ſ. Philoſ. Trans. 1721. Num. 381. p. 69). Der gröſte unter allen iſt der Fall des Bogocas bey St. Magdalena, den **Bouguer** (Voyage au

Perou p. 91.) beſchreibt, und ſeine Höhe auf 2—300 Toiſen angiebt.

Buffon bemerkt (Hiſt. naturelle To. I.), daß in den wenig bewohnten und uncultivirten Ländern der Boden überhaupt ungleicher ſey, und die Flußbetten weiter, unregelmäßiger und voller Wäſſerfälle gefunden werden. Es habe Jahrhunderte erfordert, die Rhone und Loire ſchifbar zu machen, und ihnen durch gehörige Leitung, Einſchränkung und Reinigung ihrer Bette einen ſichern Lauf zu geben. Ueberall, wo Cultur durch Menſchen fehle, falle die Natur ins Rohe und Ungeheure.

Briſſon Dictionnaire raiſ. de Phyſ. Art. *Cataracte d'eau.*

Waſſergleich, ſ. Horizontal.

Waſſerhammer, Pulshammer, Aqua pulſans in tubo ab äere vacuo, *Marteau d'eau.* Dieſen Namen giebt man einer luftleeren hermetiſch verſchloßnen Glasröhre, in welcher ſich etwas Waſſer befindet. Die Röhren ſind gewöhnlich 10 bis 12 Zoll lang, am obern Ende in eine Spitze ausgezogen, am untern etwas ſtark an Glaſe, und in Form einer Halbkugel abgerundet oder mit einer angeblaſenen Kugel verbunden.

Um ſie zu verfertigen, wird zuerſt die Röhre bereitet, und am untern Ende mit der gehörigen Glasdicke zugeſchmolzen, oder mit der Kugel verbunden. Man bringt alsdann ſo viel Waſſer hinein, als in der Röhre einen Raum von 3 — 4 Zoll einnimmt, und erhitzt daſſelbe über Kohlenfeuer bis zum Kochen und zur Verdampfung. Wenn die Dämpfe ſtark genug aufſteigen und zum obern Ende herausgehen, mithin alle über dem Waſſer befindliche Luft durch die Gewalt derſelben heraus getrieben iſt, ſo zieht man an einer Lampe das obere Ende der Röhre in eine Spitze, und ſchmelzt dieſelbe plötzlich zu. Durch das Erkalten verdichten ſich die eingeſchloßnen Dämpfe wieder zu Waſſer, und man erhält eine völlig verſchloßne Röhre, in der ſich über dem Waſſer luftleerer Raum befindet.

Wenn man dieſe Röhre langſam umkehrt, daß das Waſſer an das ſpitzige Ende läuft, alsdann aber daſſelbe durch ſchnelles Umkehren auf einmal gegen den Boden der Röhre zurückfallen läßt, ſo ſchlägt es ſehr ſtark, wie ein feſter Körper oder Hammer, gegen den Boden, verurſacht einen ſehr lauten Schall, und zerbricht das Glas, wenn es unten nicht ſtark genug iſt. Dieſe Wirkung erklärt ſich ſehr leicht aus der unmittelbaren und plötzlichen Berührung, welche im luftleeren Raume zwiſchen dem Glaſe und Waſſer ſtatt findet; da hingegen, wenn die Röhre voll Luft iſt, die fallende Waſſerſäule durch das Ausweichen der Luft getrennt wird, alſo den Boden nicht auf einmal erreichen, auch nicht unmittelbar berühren kan, weil die letzten ausweichenden Lufttheile gleichſam wie ein elaſtiſches Polſter zwiſchen dem Waſſer und Glaſe liegen, und den Stoß des erſtern auffangen. Man hat neben dem Waſſerhammer gewöhnlich noch eine zweyte der vorigen ganz gleiche Röhre, aus der aber die Luft nicht vertrieben iſt. In dieſer fällt das Waſſer nur mit einem ſchwachen Geräuſch und ohne alle Gewalt herab, wenn es im Waſſerhammer laut und gewaltſam anſchlägt.

Eben das erfolgt in jedem Barometer, wo der Raum über dem Queckſilber luftleer iſt, wenn man die Queckſilberſäule durch ſtarke Bewegung an das obere Ende der Glasröhre anſchlagen läßt. Ein plötzliches Umkehren des Barometers würde die Röhre mehrentheils zerbrechen. Eben ſo ſchlägt auch das Queckſilber in luftleeren Thermometern und in den luftleeren Glasröhren, in denen es im Dunkeln leuchtet (Queckſilber-Phosphoren, ſ. Elektricität, Th. I, S. 736.) an die Enden der Röhren an.

Auſſerdem kan man am Waſſerhammer zeigen, daß das Waſſer bey weggenommenem Drucke der Luft in ſehr geringer Wärme kocht. Wenn er recht luftleer iſt, ſo muß ſchon eine warme Hand ſein Waſſer zum Kochen bringen, ſ. Sieden.

Sigaud de la Fond Dict. de phyſ. Art. *Marteau d'eau.*

Waſſerhoſe, Waſſerſäule, Wetterſäule, Seehoſe, Waſſertrompete, Nubis pendula, Columna, Preſter, Turbo aqueus, Tuba, *Trombe de mer*. Man giebt dieſe Namen einem fürchterlichen Meteor, bey welchem ſich eine ſtärkere oder ſchwächere Waſſerſäule in Form eines umgekehrten Kegels oder Sprachrohrs, mit Geräuſch von einer Wolke herab gegen das Meer erſtreckt (bisweilen auch umgekehrt eine aus dem Meere emporſteigt), von einem Orte zum andern fortrückt, ſich in einem Wirbel drehet, und auf den Schiffen, oder, wenn ſie das Meer verläßt, auf dem feſten Lande große Verwüſtungen anrichtet. Auch auf dem Lande entſtehen zuweilen, wiewohl ſeltner, dergleichen **Wetterſäulen** oder **Wetterwirbel** (Preſter ſ. Turbo terreſtris, *Trombe de terre*), wobey ſich entweder die herabgeſtreckte Wolke oder die erhobene Säule von Staub, Sand und Erde mit ſchnellem Wirbeln fortbewegt, und Häuſer, Bäume, nebſt allem, was ſie ſonſt auf ihrem Wege antrift, mit ſich fortreißt und zerſtöret.

Eine Beſchreibung dieſes Meteors findet man ſchon beym **Lukrez** (De nat. rer. L. VI. v. 423. ſqq.); neuere ſehr merkwürdige in **Dampier's** Reiſen (Voyage round the world in der Collection of Voyages. London, 1729. 8. Vol. I. p. 452. Vol. III. p. 182.), und den philoſophiſchen Transactionen (Vol. XXII. Num. 270. p. 805, Vol. XXIII. Num. 277. p. 1077, Vol. XXVIII. Num. 428. p. 78, Vol. XLVI. N. 493. p. 248, Vol. XLVII. p. 477.), aus welchen die Abbildungen beym **Muſſchenbroek** (Introd. ad phil. nat. To. II. Tab. LX.) und **Bergmann** (Phyſical. Beſchreib. der Erdkugel a. d. ſchwed. durch **Röhl**. Greifsw. 1780. gr. 8. Th. II. Taf. I. Fig. 3.) genommen ſind; ferner in den Abhandlungen der pariſer und ſchwediſchen Akademien der Wiſſenſchaften (Hiſt. de l'acad. des ſc. 1727. p. 4, 1741. p. 20, 1764. p. 32, Schwediſche Abhdl. XII. B. 1750. S. 285), und aus dieſen zuſammengetragen beym **Franklin** (Exp. and obſerv. on electricity. Lond. 1769. 4. p. 231. ſqq.) und **Reimarus** (Vom Blitze. Hamburg, 1778. 8. §. 155. u. f.) Auch **Forſter** (Reiſe um die Welt in den J. 1772—1775. Berlin, 1778. 4. B. I. S. 144. u. f.) beſchreibt eine ſolche

Waſſerſäule. Von Wetterwirbeln auf dem Lande finden ſich ähnliche Beſchreibungen (Phil. Trans. Vol. XXIII. N. 281. p. 1248, N. 284. p. 1331, Vol. XXX. N. 363. p. 1097. — Hiſt. de l'acad. des ſc. 1725. p. 4, 1727. p. 5, 1758. p. 19), auch von Dryfhout (Haarlemer Verhandlingen, III Deel, p. 321.) und Boſcowich (Beſchreibung eines merkwürdigen Wetterwirbels in Rom, im Hamburg. Magazin B. X. S. 523). Von einer Waſſerhoſe auf der Elbe bey Altona, die hernach über Land gieng, ſ. Gothaiſches Magazin für das Neuſte a. d. Phyſ. III. B. 3. St. S. 178.

Die Säule hat oft mehrere Toiſen, bisweilen über 50, im Durchmeſſer, und breitet ſich oben gegen die Wolke trichterförmig aus. Wenn ſie aus dichtem Waſſer beſteht, iſt ſie durchſichtig; mehrentheils aber inwendig hohl, und von auſſen mit einer Menge zertheilter Tropfen umgeben, die rings um ſie einen Regen verbreiten, durch den ihr Anſehen trüb und dunkel wird. Das Meer ſcheint unter ihr aufzuwallen, und einen Rauch von ſich zu geben, welcher nach der Säule zu in die Höhe ſteigt. Ihre Stellung iſt bisweilen lothrecht, bisweilen ſchief oder krummlinigt. Ihre Dauer iſt ſehr verſchieden: oft verſchwindet auch eine, und es kommen ſo fort an eben demſelben Orte andere wieder. Forſter ſahe eine ſolche Säule mit einem Blitze verſchwinden. Die Schiffer pflegen gegen die Waſſerhoſen zu feuern, um ſie dadurch zu zerſtören. Man hat auch geſagt, ſie zerſtreueten ſich, wenn man ſcharfe Meſſer oder Degenklingen daran brächte; wenigſtens führt dieſes Beccaria an.

Muſſchenbroek erklärt die Waſſerhoſen ſo, wie die Wetterwirbel auf dem Lande, aus dem Zuſammentreffen zweener entgegengeſetzten Winde, welche eine Wolke zwiſchen ſich comprimiren, einen Theil derſelben zu Waſſer verdichten, und dieſes ſchnell im Wirbel umtreiben. Andoque (Hiſt. de l'acad. des ſc. 1727. p. 5.) hat faſt eben dieſe Erklärung, nur nimmt er nicht entgegengeſetzte, ſondern parallele Winde an, welche eine Wolke zwiſchen ſich faſſen. Dieſen Erklärungen aber ſteht entgegen, daß ſich die Waſſerhoſen faſt immer nur bey vollkommner Windſtille zeigen. Dampier führt an, daß 1674 an der Küſte von

Guinea eine Waſſerſäule nahe beym Schiffe zerplatzte, und das erhobne Waſſer, wie eine große Laſt, ins Meer zurückfiel. Bey dieſem Zerplatzen ward zwar das Schif von einem ſtarken Windſtoße auf die Seite geworfen und in etwas beſchädiget; aber es war auch augenblicklich aller Wind vorüber. Dagegen müſten Winde, die ſo gewaltſame Wirkungen hervorbringen ſollten, weit anhaltender und in einem großen Umfange zu ſpüren ſeyn.

Andere haben dieſes Meteor von Ausbrüchen unterirdiſcher Dämpfe herleiten wollen. Daraus würde man höchſtens die emporſteigende Säule (*trombe aſcendante*), nicht aber die aus der Wolke herabgeſenkte, erklären können; auch ſteht das Fortrücken der Waſſerſäule entgegen, da die Dämpfe doch nur an einer unbeweglichen Stelle ausbrechen könnten. Eben ſo wenig kan man die Urſache in dem Aufſteigen einer untern wärmern Luftſchicht durch die obere kältere, oder in dem Niederfahren der obern durch die untere, ſuchen: denn auch dabey müſte, wenn einmal der Durchbruch entſtanden wäre, ein heftiger Wind auf allen Seiten zu ſpüren ſeyn. Vielmehr zeigt die fortgehende Bewegung offenbar, daß die wahre Urſache in der fortſchreitenden Wolke liege.

Beccaria (Elettriciſmo artificiale e naturale, 1753. 4. und Lettere dell' elettriciſmo, in Bologna, 1758. 4.) hat mit ſehr viel Wahrſcheinlichkeit die Wetterſäulen für ein elektriſches Phänomen erklärt, welches durch die Anziehung zwiſchen der Wolke und der See oder dem Erdboden entſtehe. Eben dieſes haben **Franklin**, **Wilke**, **Briſſon** (Sur une eſpece de meteore connu ſous le nom de trombe in Mém. de l'acad. de Paris, 1767.), **Reimarus**, **Cavallo** u. a. nachher noch mehr beſtätiget.

Das Waſſer hebt ſich, wenn der Knopf eines elektriſirten Leiters darüber gehalten wird, und **Cavallo** (Vollſt. Abhdl. von der Elektricität, der Ueberſ. 3te Aufl. S. 200.) gründet hierauf einen Verſuch, der im Kleinen die Waſſerhoſe ähnlich genug nachahmt. Bringt man einen großen Waſſertropfen auf den Knopf einer iſolirten geladenen Flaſche, und nähert ihm den Knopf einer andern Flaſche, wel-

che auf die entgegengeſetzte Art geladen iſt, ſo wird er auf eine ſehr ſeltſame Art hinweggeſpritzt. Hängt ein Waſſertropfen an dem Knopfe eines elektriſirten Leiters, ſo dehnt er ſich kegelförmig aus, wenn man einen mit der Erde verbundenen platten Leiter dagegen bringt. Giebt alſo eine einzelne ſtark elektriſirte Wolke dem Waſſer oder Erdboden durch ihren Wirkungskreis die entgegengeſetzte Elektricität, ſo wird zwiſchen beyden eine ſtarke Anziehung entſtehen, welche die Wolke kegelförmig herabzieht, das Waſſer aber oder leichte Körper dagegen emporhebt, bis ſich beyde ihre Elektricitäten entweder durch unmittelbare Berührung, oder durch einen Blitz, mittheilen, wodurch die Erſcheinung augenblicklich aufhört, und der obere Theil der Säule in die Wolke zurückgezogen wird, indem der untere auf einmal herabfällt.

Inzwiſchen ſind hiemit noch nicht alle Umſtände dieſer Erſcheinung erklärt. Noch bleibt es dunkel, woher die heftige Wirbelbewegung komme, welche die Haupturſache der gewaltſamen Wirkungen iſt. Dieſe Bewegung iſt unläugbar, und durch alle Beobachtungen beſtätiget. Man hat geſehen, daß feſte Körper in der aufſteigenden Waſſerſäule wie in Schraubengängen in die Höhe getrieben wurden, und bey den auf dem Lande emporſteigenden Staubſäulen fällt dies ſo deutlich in die Augen, daß das ganze Phänomen daher den Namen des **Wetterwirbels** oder **Windwirbels** (turbo) erhalten hat. **Cavallo** führt zwar an, es ſey Herrn **Becket** (Eſſay on Electricity, p. 141.) zuweilen gelungen, auch durch die Elektricität ſolche Wirbel von Papierſpänen, Spreu oder Kleyen hervorzubringen, wenn er zwey iſolirte mit Stanniol überzogene Breter 4 — 5 Zoll weit übereinander geſtellt, beyde auf entgegengeſetzte Art elektriſirt, und auf das untere leichte Körper geſtreut habe. Aber es ſey eine Erſcheinung, die ſich nicht nach Gefallen hervorbringen laſſe, und von irgend einem unbekannten Umſtande, entweder im Grade der Anziehung, oder der Menge der Kleyen, oder dem Abſtande der Breter, abhängen möge. Dennoch iſt dieſe Bewegung gerade das hauptſächlichſte bey den Waſſerhoſen. Nur durch ſie übt die

Säule eine Gewalt aus, welche die bloße elektriſche Anziehung nie zu bewirken vermöchte.

Reimarus wagt es zwar nicht, die Urſache dieſer Wirbelbewegung zu erforſchen, glaubt aber doch, daß ſie in der Wolke liege und durch die Elektricität erregt werde, wenn gewiſſe noch unbekannte äuſſere Umſtände mitwirken. Dryfhouts Beobachtung, bey der die umdrehende Bewegung in der Wolke ſelbſt noch vor Entſtehung des Schweifs wahrgenommen ward, ſcheint dieſes zu beſtätigen. Reimarus macht hieraus begreiflich, warum die Wetterſäulen nie bey ſtarken Stürmen entſtehen, weil letztere die Umdrehung um eine beſtimmte Axe ſtören: ingleichen, warum die Wetterwirbel nicht bey jedem Gewitter und in manchen Meeren und Gegenden öfter, als in andern, entſtehen, weil die zur Wirbelbewegung nöthigen Umſtände nicht immer und an manchen Orten mehr, als an andern, vorhanden ſeyn können. Er begegnet endlich den Einwürfen, daß nicht alle Waſſerhoſen mit Blitzen aufhören, und manche auch nach erfolgter Berührung des obern und untern Theils noch immer fortdauren, indem er bemerkt, daß man die Blitze vielleicht nicht allemal ſehe, und die heftige Bewegung auch nach aufgehobner Anziehung noch eine ziemliche Zeit wegen der Trägheit fortdauern könne.

v. *Muſchenbroek*, Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2371. u. f.

Prieſtley Geſch. der Elektricität durch Krünitz, S. 237. u. f.

Reimarus vom Blitze, §. 155. u. f.

Waſſerſchraube, archimedeiſche, Waſſerſchnecke, Cochlea Archimedis, *Vis d' Archimede.* Eine zu Erhebung des Waſſers dienende Maſchine, welche aus einer hohlen Röhre oder einem Canale beſteht, der nach Art eines Schraubengangs um eine ſchiefliegende Spindel AB, Taf. XXVI. Fig. 69, gewunden iſt. Wenn die untere Oefnung dieſer Röhre C unter dem Waſſer ſteht, ſo tritt dieſes nach hydroſtatiſchen Geſetzen von ſelbſt ein und füllt einen Theil der Röhre. Wird nun die Spindel

AB durch eine Kurbel oder andere Vorrichtung ſo umgedreht, daß die Oefnung C bey der Bewegung vorangeht, ſo wird das eingetretene Waſſer, welches ſich immer in dem unterſten Theile eines jeden Schraubenganges aufhält, nach und nach durch alle Schraubengänge geführt und bey D ausgegoſſen. Man kan ſich vorſtellen, als ob eine ſchiefe Fläche unter ihm hinweggeſchoben würde, indem es durch ſein eignes Gewicht immer unten an der Linie CD erhalten wird.

Die Erfindung dieſer Waſſerſchraube wird gewöhnlich dem **Archimedes** zugeſchrieben, wiewohl ſie nach andern ſchon den ältern Egyptiern zu Austrocknung der vom Nil überſchwemmten Wieſen gedient haben ſoll. Da es ſchwer iſt, bleyerne Röhren ꝛc. ſchraubenförmig um Spindeln zu führen, ſo baut man lieber ein Gefäß, wie eine Tonne, worinn Schaufeln nach Art einer Wendeltreppe um die Spindel herumgehen (ſ. **Leupold** Theatr. mach. hydraul. P. I. Cap. IV. §. 67.). Bey A und B werden Zapfen angebracht, deren unterer im Waſſer ſteht, ſo daß ſich alles um die Axe AB frey drehen kan. Die Umdrehung kan durch Menſchen oder vermittelſt Rad und Getriebe durch Pferde und andere Kräfte geſchehen. In Holland werden die Schnecken unter dem Namen der **Tonnenmühlen** häufig zu Austrocknung der Wieſen gebraucht, und durch Windflügel umgetrieben. Sie heben aber immer nur auf eine mäßige Höhe, daher mehrere über einander geſetzt werden, wenn man das Waſſer hoch heben will. Zwiſchen den Gängen der erſten Röhre kann man noch eine zweyte, dritte ꝛc. um die Spindel winden, woraus **doppelte, dreyfache** Waſſerſchnecken entſtehen.

Die Theorie dieſer Maſchine hat viele Schwierigkeiten. **Bernoulli** (Hydrodyn. Sect. IX. §. 27. p. 183. ſqq.) und **Pitot** (Mém. de Paris, 1736.) haben angefangen, ſie genauer zu entwickeln. **Euler** (Nov. Comm. Petrop. To. V. p. 259 ſqq.) treibt die Unterſuchung etwas weiter, hat ſie aber nicht vollendet, vielmehr für ſehr ſchwer erklärt. Dies bewog die Berliner Akademie, den Preis für 1766 auf die Ausführung dieſer Theorie zu ſetzen. Herr **Hennert** (Diſſ.

ſur la vis d'Archimede, qui a remporté le prix de l'acad. de Berl. 1766.) erhielt zwar den Preiß; **Karſten** hat aber ſehr gegründete Erinnerungen gegen ſeine Sätze gemacht, und glaubt, am Ende könne man mit Bernoullis und Pitots Theorie in der Ausübung zufrieden ſeyn. Auch **Bellogradi** (Theoria cochleae Archimedis ab obſervationibus, experimentis et analyticis rationibus ducta. Parmae, 1767.) hat eine Theorie der Waſſerſchraube gegeben.

Wenn die Schraube Waſſer heben ſoll, ſo muß der Neigungswinkel ihrer Grundfläche gegen den Horizont größer ſeyn, als der Winkel der Schraubenlinie mit dem Umfange der Grundfläche, d. i. es muß ACH>ECA ſeyn. **Vitruv** (De architect. X. 11.) giebt ECA=45°, und die Schiefe der Spindel ſo groß, daß ſie mit der Waſſerfläche und dem Bleylothe ein rechtwinklichtes Dreyeck bildet, deſſen Seiten ſich wie 5, 4, 3 verhalten, woraus ACH =53° 7′ + folgt. Man nimmt nach **Bernoulli** an, die Grundfläche AC ſtehe nicht ganz unter Waſſer, in welchem Falle die Schraube nicht beſtändig ſchöpft, ſo wie ſie auch nicht beſtändig ausgießt, ſondern nur dann, wenn die Oeffnung D in dem unterſten Theile ihres Umlaufs iſt. Nach Herrn **Hennerts** Theorie ſollte es zwar vortheilhafter ſeyn, die ganze Grundfläche unter Waſſer zu ſtellen: aber **Karſten** findet nicht nur manches Fehlerhafte in den Rechnungen ſelbſt, ſondern bemerkt auch, es ſcheine natürlich, daß nicht ſoviel Waſſer bey jedem Umlaufe aus einem Schraubengange in den andern übertreten könne, wenn Luft und Waſſer inwendig einander ausweichen müſſen, als in dem Falle, wenn die Grundfläche nicht ganz unter Waſſer ſteht, und alſo die Luft, welche die obern Theile der Gänge füllt, allemal durch die untere Mündung eintreten kan.

Karſten Lehrbegrif der geſamten Math. Sechſter Theil, Greifsw. 1771. 8. XXXVI u. XXXVII. Abſchnitt.

Waſſerwage, Horizontalwage, Bleywage, Schrot-Setzwage, Libella, Libra aquaria (*Vitruv.*), *Niveau*. Ein Inſtrument, wodurch ſich eine richtige Horizontallinie angeben, und nöthigenfalls auf eine große Ent-

fernung verlängern läßt. Es giebt mehrere Arten ſolcher Werkzeuge; die gewöhnlichſten beſchreibt Leupold (Theatr. Statici univerſalis P. IV. ſ. Theatrum horizontoſtaticum. Leipzig, 1726. fol.).

Die allergemeinſten ſind die Schrot- oder Setzwagen der Bauleute, Müller u. dgl. an welchen ein Bleyloth ſo angebracht iſt, daß es auf einen gewiſſen bezeichneten Punkt einſpielt, wenn es gegen die Grundfläche des Inſtruments lothrecht gerichtet iſt. In dieſer Lage iſt alsdann die Grundfläche horizontal, und jede in ihr gezogne Linie eine Horizontallinie, ſ. Horizontal. Solcher Setzwagen findet man mehrere beym Leupold (Tab. I u. II.) abgebildet.

Picard (Traité du nivellement, à Paris, 1684 und 1728. 12. überſ. von Paſſavant: Des Herrn Picard Abhandl. von Waſſerwägen. Berlin, 1749. 8. und mit neuen Beyträgen von Lambert, 1770. 8.) verbindet eine ſolche Setzwage mit Dioptern ſo, daß das Bleyloth, wenn es auf das gehörige Zeichen einſpielt, ſenkrecht auf der Viſirlinie der Dioptern ſteht. Alsdann kan man durch die Dioptern weit hinaus viſiren, und verſichert ſeyn, daß die Punkte, auf die man trift, in der verlängerten Horizontallinie durchs Auge liegen. (ſ. Leupold Tab. I). Weil aber hier ſcharfe Beſtimmungen nöthig ſind, ſo pflegt man ſtatt der Diopteren lieber ein Fernrohr mit dem Fadenkreuze anzubringen (*niveau à lunettes*) ſ. Fernrohr (Th. II. S. 203). Dabey muß die Einrichtung ſo getroffen ſeyn, daß das Bleyloth, wenn es den gehörigen Punkt trift, mit des Fernrohres Axe genau rechte Winkel macht. Eine Verbeſſerung dieſer picardiſchen Waſſerwage findet man auch bey le Febure (Nouveau traité du nivellement. à Potsdam, 1752. 8.) und bey Böhm (Gründliche Anleit. zur Meßkunſt auf dem Felde. Frf. am Mayn, 1759, 2te Aufl. 1779. 4. Anhang von Waſſerwägen, §. 119.

Eine andere Claſſe machen die Hängwagen aus, welche aufgehangen ſich durch ihr eignes Gewicht ſo ſtellen, daß die Schärfe eines daran befindlichen Lineals, die Viſirlinie der Diopter, oder die Axe eines angebrachten Fernrohrs,

in eine horizontale Lage kömmt. Huygens hat eine ſolche mit einem Fernrohre angegeben (ſ. Leupold). In der Ausübung möchte wohl dieſe Einrichtung die wenigſte Genauigkeit gewähren.

Die eigentlich ſogenannte **Waſſerwage** (*Niveau d'eau*) beſteht aus einer metallnen Röhre, deren beyde Enden offen und unter rechten Winkeln umgebogen ſind. In jedes Ende wird eine 3—4 Zoll lange Glasröhre eingeküttet, ſo daß beyde Glasröhren mit der metallnen communicirende Röhren bilden. Man gießt durch die eine Röhre ſoviel gefärbtes Waſſer ein, daß daſſelbe auch in die andere tritt. Wenn dieſes Waſſer ruhig ſteht, ſo müſſen ſich ſeine Oberflächen in beyden Glasröhren in einerley Horizontalebne befinden, ſ. **Röhren, communicirende.** Man kan nun die Wage auf ein Geſtelle bringen, und auf demſelben Punkte bezeichnen, durch welche eine mit der Viſirlinie oder Axe des Fernrohrs genau parallele Linie läuft. Stehen alsdann die beyden Waſſerflächen an den bezeichneten Punkten ſelbſt, oder auch nur gleich weit über oder unter denſelben (welches man vermittelſt angebrachter Scalen bemerken kan), ſo iſt die Viſirlinie der Ebne durch beyde Waſſerflächen parallel, mithin horizontal.

Die **Waſſerwage mit der Luftblaſe** (*Niveau à bulle d'air*) beſteht aus einer gläſernen cylindriſchen Röhre, welche man faſt ganz, und nur bis auf einen kleinen Raum, in welchem Luft geblieben iſt, mit gefärbtem Waſſer oder Weingeiſt gefüllt, dann aber verſchloſſen hat. Die zurückgelaſſene Luft wird in dieſer Röhre allezeit die höchſte Stelle einnehmen, mithin bey ſchiefer Lage nach dem höhern Ende zu gehen, bey horizontaler Lage aber in Geſtalt einer Blaſe in gleicher Entfernung von beyden Enden bleiben. Bezeichnet man nun die Mitte der Röhre durch ein Merkmal, ſo liegt ihre Axe horizontal, wenn die Blaſe bey dieſem Merkmale ſteht. Um das Reiben der Luftblaſe am Glaſe zu vermeiden, laſſen einige den Raum der Blaſe lieber luftleer.

Der Phyſiker, der die Waſſerwage nur gebraucht, um die Flächen ſeiner Werkzeuge wagrecht zu ſtellen, kan ſich

dazu der meiſten bisher beſchriebenen Inſtrumente bedienen. Man prüft den wagrechten Stand einer Ebne, indem man die Waſſerwage nach zwoen verſchiedenen Richtungen auflegt, die einander ohngefähr rechtwinklicht durchſchneiden. Findet man die beyden Linien horizontal, die ſich nach dieſen Richtungen auf der Ebne ziehen laſſen, ſo iſt auch die ganze Ebne wagrecht. Dieſes doppelte Auflegen erſparet folgende ſehr bequeme Waſſerwage, die Herr Mayer (Gründlicher und ausführl. Unterricht zur praktiſchen Geometrie. I. Theil, Göttingen, 1777. 8. S. 378) beſchreibt. Taf. XXVI. Fig. 70. iſt das cylindriſche Gefäß A mit einem Glasdeckel bcd verſehen. Es wird ganz mit Waſſer oder Weingeiſt gefüllt, und mit dem Deckel feſt verſchloſſen; durch den Boden geht ein kleines Schräubchen g. Dieſes kan man öfnen, ein Tröpfchen Waſſer aus dem Gefäße herauslaſſen, und die Oefnung wieder verſchließen. Statt des ausgelaſſenen Waſſers wird ſich oben unter dem Glasdeckel ein Bläschen zeigen. Iſt nun dieſer Deckel genau mit der Grundfläche des Gefäßes parallel, und man ſetzt das Gefäß auf eine ebne Fläche, ſo wird das Bläschen i unter dem Mittelpunkte des Glasdeckels erſcheinen, wenn die Fläche horizontal iſt: denn alsdann wird dieſe ebne Fläche mit der Waſſerfläche im Gefäße parallel ſeyn. Bey jeder andern gegen den Horizont geneigten Lage wird das Bläschen nicht unter dem Mittelpunkte des Glasdeckels bleiben. In dieſem Falle muß man die Fläche ſo lange wenden, bis ſie den horizontalen Stand erhält. Das Gefäß wird von Meſſing verfertigt; ſeine Höhe und Weite kann $1\frac{1}{2}$ Zoll betragen; der Glasdeckel muß der Grundfläche genau parallel, und etwas weniges hohl geſchliffen ſeyn; die vortheilhafteſte Größe des Bläschens, bey der es die gröſte Empfindlichkeit hat, muß man durch Verſuche beſtimmen.

Zum Gebrauch beym eigentlichen Waſſerwägen müſſen die Inſtrumente größer, genauer und mit Fernröhren und Mikrometern verſehen ſeyn. Siſſons Waſſerwage hiezu beſchreibt Eckſtröm (Schwed. Abhandl. für 1743. V. B. S. 144). Lambert (Anmerkungen über die Branderi-

ſchen Mikrometer von Glaſe. Augsb. 1769. 8.) giebt eine ſchöne Waſſerwage mit der Luftblaſe an, die im weſentlichen die Siſſonſche, aber im Fernrohre mit einem Branderiſchen Mikrometer verſehen iſt.

Leupold Theatrum Horizontoſtaticum ſ. Libellationis, Leipzig, 1726. fol.

Käſtner Anfangsgr. der Mechanik, 3. Aufl. Göttingen, 1780. 8. §. 118. u. f.

Mayer Gründl. und ausführl. Unterricht zur praktiſchen Geometrie, 1 Theil, Gött. 1777. 8. S. 378. u. f.

Waſſerwägen, Nivelliren, Libellatio, *Nivellement.* Dieſen Namen führt jede Operation, durch welche man findet, um wieviel der eine von zween entlegnen Punkten über oder unter der verlängerten Horizontalebne des andern liegt, oder wie weit die zwo Horizontalebnen, welche durch beyde Punkte gehen, lothrecht von einander abſtehen. Man nennt dieſen lothrechten Abſtand das **Gefälle** von einem Punkt zum andern.

Es iſt leicht zu überſehen, daß man ſich hiezu der im vorigen Artikel beſchriebenen Waſſerwagen mit Vortheil bedienen kan. Soll z. B. gefunden werden, wie hoch auf dem ungleichen Boden AB, Taf. XXVI. Fig. 71., der Punkt A über BF (der Horizontalebne durch B) liege, ſo kan man in A und B lothrechte Stangen AD und BC errichten, auf C die Waſſerwage ſtellen, und durch ihr Fernrohr horizontal gegen die Stange AD viſiren. Nun kan man ein Merkmal an D (z. B. eine ſchwarze Tafel mit einem weiſſen Kreuz) ſo ſtellen, daß deſſen Mittelpunkt von C aus genau in der Mitte des Fernrohrs erſcheint; alsdann iſt die Viſirlinie CD horizontal und mit BF parallel, auch die Figur FBCD ein Rechteck, mithin BC = FD. Aus der Meſſung der Höhe beyder Stangen ergeben ſich nun die Linien BC und AD, und der Unterſchied beyder BC — AD iſt = FD — AD = AF. Er drückt alſo die lothrechte Höhe von A über BF, oder das verlangte Gefälle von A bis B aus.

Freylich ſind die Fälle nicht immer ſo einfach, wie der in der Figur angenommene. Wie man ſich in zuſammengeſetztern hilft, erklären die im vorigen Artikel angeführten Schriften des **Picard** (Traité du nivellement), **Böhm** (Gründliche Anl. zur Meßkunſt auf dem Felde) und andere Einleitungen in die praktiſche Geometrie, welcher dieſer Gegenſtand eigentlich zugehört.

Für den Phyſiker iſt nur noch die Berichtigung merkwürdig, welche hiebey wegen der Krümmung der Erdfläche, oder wegen des Unterſchieds zwiſchen ſcheinbarer und wahrer Horizontallinie nöthig wird, ſ. **Horizontal.** Wenn die Weite, durch welche man auf einmal hinaus viſirt, oder auf welche man die von der Waſſerwage angegebne Linie verlängert (*Coup de niveau*), nicht groß iſt, ſo bedarf es dieſer Berichtigung nicht. Viſirt man aber auf eine große Weite AD, Taf. XXVI. Fig. 72, die einen merklichen Theil der Erdfläche ausmacht, ſo giebt die Waſſerwage eine ſcheinbare gerade Horizontallinie AD an, da doch die wahre Horizontallinie AE ein Bogen eines gröſten Kreiſes der Erdkugel iſt. Jene trift an der lothrechten Höhe ED einen zu hoch liegenden Punkt D, und giebt alſo das Gefälle von E bis A um die Linie ED zu groß an.

Um nun die Größe ED zu beſtimmen, muß die Weite AE entweder in Längenmaaße, oder im Bogen, als Maaß des Winkels ACE, bekannt ſeyn.

Im erſtern Falle wird man AD=AE annehmen können (weil doch nie über $7\frac{1}{2}$ Meilen oder $\frac{1}{2}$ Grad weit viſirt wird, alſo der Winkel ACE immer $<\frac{1}{2}^{\circ}$ iſt, in welchem Falle ſich der Bogen AE von ſeiner Tangente AD nicht merklich unterſcheidet). Alsdann hat man

$$ED = \sqrt{(AC^2 + AD^2)} - AC.$$

Da nun AD allemal noch ſehr klein gegen AC bleibt, ſo läſt ſich ohne merklichen Fehler die Quadratwurzel aus $AC^2 + AD^2 = AC + \frac{AD^2}{2AC}$ ſetzen, und wenn man hievon AC abzieht, ſo erhält man

$$ED = \frac{AD^2}{2AC}$$

Wird nun 2 AC oder der Erddurchmeſſer nach Picard = 39231564 pariſer Schuh angenommen, und AE oder AD ebenfalls in pariſer Schuhen ausgedrückt, ſo findet ſich daraus

$$ED = 0,00000002548\ AE^2$$

Ex. Es ſey AE = 4000 Toiſen oder 24000 pariſer Fuß, alſo $AE^2 = 576000000$, ſo wird $ED = 0,02548 . 576 = 14,682$ Fuß. Wenn AE nur 1000 Toiſen beträgt, wird ED 16 mal kleiner, mithin 0,9176 Fuß oder 9,176 Decimalzoll.

Iſt AE im Bogen eines gröſten Kreiſes der Erdkugel gegeben, ſo hat man

$$ED = (\sec. ACE - 1) . AC$$

woraus Herr **Mayer** durch eine auf die Formeln der analytiſchen Trigonometrie gegründete Abkürzung (wenn β den Bogen AE in Secunden bedeutet)

$$ED = 0,0002307 . \beta^2 \text{ in pariſ. Schuhen}$$

findet. Man ſieht hieraus leicht, wie ſich Tabellen für dieſe Berichtigung auf jede gegebne Weite berechnen laſſen, dergleichen man beym **Picard**, **Böhm**, **Caſſini** (Von der Figur und Größe der Erdkugel, a. d. frz. von **Klimm**, Leipzig, 1741. 8.) u. a. findet.

Ein anderes Mittel, den Unterſchied der Höhen weit entlegner Orte zu finden, geben die Beobachtungen gleichzeitiger Barometerhöhen, oder auch der mittlern Barometerhöhen dieſer Orte, ſ. **Höhenmeſſung, barometriſche** (Th. II. S. 637).

Käſtner Anfangsgründe der Mechanik, 3te Aufl. §. 120. u. f.

Mayer Gründl. u. ausführl. Unterricht zur praktiſchen Geometrie, II Theil. Göttingen, 1779. 8. S. 301. u. f.

Waſſerziehen der Sonne, Virgae, Columellae, *Verges.* Wenn die Sonnenſtralen zwiſchen getrennten Wolken durchſcheinen, und ſo in gewiſſen Strichen der Luft die darinn ſchwebenden Theilchen erleuchten, indem die angrenzenden Striche dunkel bleiben, ſo erſcheinen die erleuchteten Striche dem Auge als **helle Striemen** auf einem dunkeln Grunde, und man ſagt, **die Sonne ziehe**

Waſſer. Dieſe Erſcheinung, welche man zu den optiſchen Meteoren rechnet, iſt ſehr gemein, vorzüglich früh und gegen Abend, wenn die Sonne nicht hoch und unter getrennten Wolken ſteht. Sie wird mit Recht als Anzeige eines bevorſtehenden Regens betrachtet, weil ſie zeigt, daß es der Luft an Durchſichtigkeit mangle, indem die Erleuchtung blos durch die von undurchſichtigen Theilchen zurückgeworfnen Lichtſtralen ſichtbar werden kan.

Dieſe Streifen ſind in der That alle unter ſich parallel, weil alle Sonnenſtralen in parallelen Richtungen durch die Luft fahren. Dem Auge aber kommen ſie nicht ſo vor, ſondern ſcheinen alle aus dem Bilde der Sonne, wie Halbmeſſer eines Kreiſes aus dem Mittelpunkte, auszufahren. Den Grund hievon giebt die Perſpectiv an, welche lehrt, daß ſich die Bilder aller Parallellinien als convergirend darſtellen, wenn ſie nicht mit der Ebne der Tafel gleichlaufend ſind. Eben daher kömmt es auch, daß die Striemen weiter von der Sonne ab breiter zu werden ſcheinen, ob ſie gleich in der That durchgehends einerley Breite behalten. **Lambert** (Beyträge zum Gebrauch der Mathematik. I Theil. Berlin, 1765. 8. S. 19. u. f.) beweiſt daraus ſehr ſchön, daß uns alle Wolken weit näher ſcheinen, als ſie in der That ſind. Denn, wenn Taf. XXVI. Fig. 73. A der Ort des Auges iſt, welches den hellen Streifen DB zwiſchen den Wolken D durchgehen ſieht, ſo muß die wahre Richtung des Streifens mit der Linie nach der Sonne, d. i. mit AS parallel, alſo Bd ſeyn, und der wahre Ort der Wolken iſt nicht in D, ſondern fällt in der Geſichtslinie AD viel weiter hinaus in d.

Weich, Molle, *Mol*, *Mou*. Ein Körper heißt weich, wenn ſich ſeine Geſtalt, d. i. die Lage ſeiner Theile gegen einander, durch Kräfte ändern läſt, und er dieſe geänderte Geſtalt auch behält, wenn gleich die Kräfte zu wirken aufhören. Hingegen heißt der Körper **hart**, wenn er keine Aenderung der Geſtalt zuläßt, und **elaſtiſch**, wenn er bey aufhörendem Drucke zur vorigen Geſtalt zurückkehrt.

Auf flüßige Körper läſt ſich der Begrif vom Weichen nicht anwenden; denn man kan zwar die Lage ihrer Theile ohne Mühe ändern, aber ſie behalten wegen der Flüßigkeit nicht die gegebne Geſtalt. Unter den feſten Körpern giebt es gar keinen vollkommen harten; man nennt aber ſchon die **hart**, welche viel Kraft zu Aenderung ihrer Geſtalt erfordern, ſ. **Hart.** Daher drückt auch das Wort Weich nur einen relativen Begrif aus, und bedeutet das, was ſich ohne ſonderlich groſſe Kraft, oder leichter, als andere Körper, formen läſt. Auch ſind vielleicht alle Körper in einigem Grade elaſtiſch, ſ. **Elaſtiſch**; und man würde gar keinen weich nennen können, wenn man ſich nicht verſtattete, ſehr geringe Grade der Elaſticität ganz zu vernachläſſigen.

Demnach ſind die Grenzen zwiſchen dem Weichen, Harten und Elaſtiſchen ſehr willkührlich und unbeſtimmt. Wir nennen das weich, was ſich durch den gewöhnlichen Druck unſerer Hand formen läſt, und dieſe Form behält, wie feuchter Thon, feuchte Erde, warmes Wachs, Butter u. dgl. Für ein Inſekt können dieſe Körper hart ſeyn. Oft heißt auch weich, was weniger hart iſt, als etwas anders, z. B. weiches Holz, weicher Stein. Viele ſonſt harte Körper werden durch die Wärme erweicht, ehe ſie ſchmelzen; viele auch durch die Feuchtigkeit, die den Zuſammenhang ihrer Theile ſchwächt, und die Aenderungen ihrer Geſtalt erleichtert.

Wein, Vinum, *Vin.* Im allgemeinern Sinne führen dieſen Namen alle ſchleimig-zuckerartige Stoffe des Pflanzenreichs, welche durch den erſten Grad der Gährung geiſtig geworden ſind, z. B. Bier, Meth, Cider, ſ. **Gährung.** In engerer Bedeutung aber heißt unter dieſen Liquoren nur derjenige **Wein**, welcher aus dem Traubenſafte oder Moſte erhalten wird.

Wenn man den aus den Trauben gekelterten Moſt in nicht allzukleinen Maſſen einer Wärme von 55—70 fahrenheitiſchen Graden und dem Zugange der Luft ausſetzt, ſo entſteht darinn eine innere Bewegung, die auch das Ohr

unterſcheidet, die Maſſe dehnt ſich aus, wird trüb und ein wenig wärmer, als die äuſſere Luft, auch entwickelt ſich eine große Menge **Luftſäure**. Nach einiger Zeit laſſen dieſe Wirkungen nach, es verliert ſich der Schaum, den die Luftſäure bildete, und die gegohrne Maſſe wird wieder klar und hell. Sie hat nunmehr den zuckerartigen Geſchmack und die Klebrigkeit verlohren, dagegen aber den weinartigen Geruch und Geſchmack und eine geiſtige berauſchende Kraft erhalten; auch hat ſich aus ihr ein dickflüßiger Satz geſchieden, dem man den Namen der **Weinhefen** (feces ſ. mater vini) giebt. Es muß nun dieſes Getränk von den Hefen abgezogen, und in Fäſſern eingeſpündet vor allem Zugange der Luft verwahrt werden, weil es ſonſt zur ſauren und faulen Gährung fortſchreiten würde. Dennoch dauert ſelbſt in dem eingeſpündeten Weine noch eine unmerkliche Gährung fort, wodurch die Stärke deſſelben mit dem Alter immer mehr erhöhet, und eine ſalzige Materie, der **Weinſtein** (Tartarus), an die Wände der Fäſſer abgeſetzt wird.

Unterbricht man die erſte Gährung ſehr frühzeitig, ſo erhält man ſchäumende (mouſſirende), zum weitern Gähren äuſſerſt geneigte Weine, aus denen bey der erſten Berührung der Luft eine Menge Luftſäure ausbricht. Dieſe zerſprengen in der Wärme die Flaſchen, oder werfen die Stöpſel mit Gewalt aus. Manchen, z. B. dem Champagner Weine, giebt man dieſe Eigenſchaften mit Vorſatz. Die übrige große Verſchiedenheit der Weine beruht auf dem Verhältniſſe ihres geiſtigen Theils gegen die Säure, wobey die extractartigen Theile des Saftes, der Kerne, Schalen ꝛc. mancherley Arten von Nebengeſchmack geben.

Das Geiſtige, welches bey der Gährung entſteht, hemmt die völlige Zerſetzung des Zuckerſtoffs. Hat alſo der Moſt einen großen Ueberfluß an dieſem Stoffe und wenig Wäſſerichtes, ſo entſtehen durch die Gährung **ſüße Weine**, welches man durch Einkochen des Traubenſafts, wie beym Malagaweine, oder durchs Abwelken und Eintrocknen der Trauben, wie beym Tokayer und Sect (vino ſecco der Italiäner) befördert. Uebrigens iſt das ſchönſte

Mittel, ſchlechte Weine zu veredlen, dieſes, daß man dem Moſte vor der Gährung Zucker zuſetzt, indem der zuckerartige Stoff die wahre Quelle der geiſtigen Gährung, und aller Zucker des Pflanzenreichs von einer und eben derſelben Beſchaffenheit iſt. Macquer hat dieſes durch Theorie und Erfahrung vortreflich beſtätiget. Abrauchen des Moſtes, Beſchleunigung der Gährung durch Wärme, Ausfrieren u. ſ. w. macht ſchlechte Weine zwar geiſtreicher, aber nicht milder und angenehmer. Trüb gewordene Weine kan man durch Umrühren mit gekochter Hauſenblaſe oder Eyweis abklären.

Hat die erſte Gährung zu lang gedauert, ſo iſt ſchon ein unmerklicher Uebergang zur zwoten Stufe der Eſſiggährung vorhanden, welche nun zwar langſam, aber doch ununterbrochen fortgeht, daher ein ſolcher Wein unvermeidlich von Zeit zu Zeit ſaurer wird. Dieſes iſt nun eben der Fehler, der ſich durch die Vermiſchung der Weine mit Glötte und andern Bleykalken heben läſt, indem dieſe die entſtandne Eſſigſäure einſchlucken und mit ihr einen angenehm ſchmeckenden Bleyzucker bilden, deſſen Wirkungen aber für den Körper verderblich und oft tödtlich ſind, ſo daß man diejenigen, die dergleichen Verfälſchungen aus Gewinnſucht und mit Kenntniß der Sache unternehmen, aufs gerechteſte als vorſetzliche Giftmiſcher behandlen kan. Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts entſtand im Würtembergiſchen und andern Gegenden hieraus die ſogenannte Weinkrankheit, welche zu den erſten geſetzlichen Verordnungen über dieſen Gegenſtand Anlaß gab (ſ. Gockels Beſchreibung des durch Silberglötte verſüßten ſauren Weins, und der daher von 1694—1696 entſtandenen vormals unerhörten Weinkrankheit. Ulm, 1697. 8.).

Ob ein Wein durch Bleyzuſätze verfälſcht ſey, erkennt man am ſicherſten, wenn man eine anſehnliche Menge davon bis zur Trockne abraucht, und den Rückſtand in einem Schmelztiegel ſchmelzt, da ſich denn das reducirte Bleykorn auf dem Boden des Tiegels findet. Leichter und geſchwinder ſind die Prüfungen durch flüßige Schwefellebern, z. B. durch die würtembergiſche Weinprobe (liquor proba-

torius) aus 1 Theile Operment und 2 Theilen ungelöſchtem Kalk in 12 Theilen deſtillirten Waſſers in der Wärme digerirt. Thut man etwa 30 Tropfen von dieſem Liquor in ein Spitzglas Wein, ſo entſteht, wofern der Wein rein iſt, blos ein leichter gelber Niederſchlag; derjenige hingegen, der etwas metalliſches enthält, wird davon braun oder ſchwarz gefärbt. Da aber dieſes Merkmal nicht nothwendig die Gegenwart des Bleyes anzeigt, ſondern der Metallgehalt auch aus Eiſen beſtehen, mithin unſchädlich ſeyn kan (ſ. *I. C. Gehler* Progr. I. II. de vini ferro adulterati docimaſia. Lipſ. 1782. 4. *Leonhardi* vinorum alborum metallici contagii ſuſpectorum docimaſiae curae repetitae et novae. Vitemb. 1787. 4.), ſo muß man die Beſchaffenheit des entdeckten Metalls noch durch andere Proben unterſuchen. Die Blutlauge ſchlägt aus dem Weine alle Metalle mit verſchiedenen Farben nieder, es iſt aber ſchwer, ſie ſelbſt rein und ohne Eiſengehalt zu bereiten. Herr D. Hahnemann (in Crells chem. Annalen 1788. 4. St.) lehrt eine Weinprobe, die reinen oder blos eiſenhaltigen Wein gar nicht ändert, Bley und Kupfer aber ſchwarz oder braun fället, aus calcinirten Auſterſchalen, Schwefel und Weinſteinrahm bereiten. Ein leſenswürdiger Unterricht über die beſten Arten der Weinproben von Herrn D. Hebenſtreit findet ſich in den Anzeigen der leipziger ökonomiſchen Societät von der Michaelismeſſe 1790 (Dresden, 8. S. 91. u. f.).

Macquer chymiſches Wörterbuch, durch Leonhardi. Art. Wein.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der geſ. Chemie, II. Th. 1. Band. Halle, 1789. gr. 8. §. 1583 u. f.

Weineſſig, ſ. **Eſſig**.

Weingeiſt, **brennbarer Geiſt**, Spiritus vini, Spiritus ardens, inflammabilis, *Eſprit de vin*, *Eſprit ardent*. Dieſen Namen führt derjenige flüchtige, ſtark ſchmeckende und riechende, farbenloſe, entzündliche Liquor, den man durch die Deſtillation aus dem Weine oder aus andern Subſtanzen erhält, welche durch die Weingährung gegangen ſind,

Dieſer Liquor enthält den berauſchenden Theil des Weins, vermiſcht ſich in jedem Verhältniſſe mit dem Waſſer, und hat alſo alle Eigenſchaften eines Geiſtes, ſ. Geiſt. Er entzündet ſich, ohne erſt Erhitzung durch einen Dacht nöthig zu haben, und brennt mit einer ſchwachen am Rande bläulichen Flamme ſtill dahin, ohne Rauch, Ruß und Dämpfe zu bilden, oder auſſer wenigem Waſſer einen Rückſtand zu laſſen.

Man deſtillirt dieſen Geiſt nicht blos aus dem Weine, ſondern auch aus andern in Gährung geſetzten Subſtanzen, z. B. aus Weintreſtern den Franzbrantwein, aus Getraide den Kornbrantwein, aus Reiß den Arak, aus dem Saft des Zuckerrohrs den Rum u. ſ. w. Die ſchnell und mit wenig Mäßigung deſtillirten Sorten, welche viel Waſſer, auch wohl ſaure und brenzliche Theile bey ſich führen, heiſſen überhaupt **Brantwein** (vinum aduſtum), und werden erſt durch wiederholte gelinde Deſtillation zu **Weingeiſt** geläutert oder **rectificirt**, wovon der allerreinſte von allem auſſerweſentlichen Waſſer befreyte, höchſt rectificirter Weingeiſt oder **Alkohol** heißt.

Dieſer reine Weingeiſt iſt leichter, als Waſſer. Sein eigenthümliches Gewicht giebt **Muſſchenbroek** = 0,815, **Bergmann** = 0,82, **Briſſon** (Mém. de Paris, 1768) = 0,837 an. Mit Waſſer vermiſcht erzeugt er Wärme, und gleiche Theile von beyden ziehen ſich bey der Vermiſchung um $\frac{1}{34}$ des Raumes zuſammen; in andern Verhältniſſen iſt die Zuſammenziehung geringer, und am ſchwächſten bey 1 Theil Weingeiſt mit 2 Theilen Waſſer. Er verdünſtet leicht, bewirkt dabey anſehnliche Kälte, und kocht ſchon bey 174 Grad nach Fahrenheit (63 nach Reaumür). Herr von **Reaumür**, welcher Pulver zündenden Weingeiſt noch mit $\frac{1}{5}$ Waſſer miſchte, hat doch dadurch den Siedpunkt ſeines Thermometers nicht höher, als auf $66\frac{2}{3}$ Grad des Queckſilberthermometers von 80 Graden gebracht, ſ. **Thermometer** (oben S. 320). Dieſe frühere Verdampfung enthält den Grund, warum ſich der Weingeiſt durch gelinde Deſtillation entwäſſern läßt. In der Vorlage giebt er eigne, gleichſam fett oder öhlicht ausſehende

Streifen. Der Alkohol gefriert nicht in den bekannten Graden der Kälte; die Waſſer enthaltenden Sorten aber gefrieren, jedoch weit ſpäter, als das Waſſer ſelbſt, z. B. gleiche Theile Alkohol und Waſſer bey —6 nach Fahrenheit.

Der Weingeiſt iſt keiner weitern Gährung fähig, und keinem Verderben ausgeſetzt. Darum, und weil er alles Wäſſerichte auszieht, auch die Luft abhält, dient er vortreflich, organiſirte Körper vor der Fäulniß zu bewahren. Wenn er im Weine in hinreichender Menge entſtanden iſt, ſo hindert er den Fortgang der Weingährung und die weitere Zerſetzung des Zuckerſtofs in den ſüſſen Weinen.

Auf Erden und Metalle ſcheint er nicht merklich zu wirken. Sogar eine große Anzahl von Neutral- und Mittelſalzen löſet er nicht auf. Hingegen liefert er mit den Säuren, Laugenſalzen, vielen öligten Subſtanzen und einigen Mittelſalzen merkwürdige Erſcheinungen. Er verbindet ſich überhaupt mit allen Säuren, vermindert ihre ſaure Beſchaffenheit und verwandelt ſie in verſüßte Säuren, ſ. **Vitriolſäure, Salpeterſäure, Salzſäure.** In gewiſſen Verhältniſſen mit concentrirten Säuren deſtillirt, verliert er einen Theil ſeines weſentlichen Waſſers, verändert dadurch, und vielleicht auch durch Verbindung mit einiger Säure, ſeine Natur, und verwandelt ſich in eine den Oelen näher kommende Feuchtigkeit, ſ. **Aether.** Bey Deſtillirung des Weingeiſts mit Vitriolſäure geht zuletzt ein wahres mit ſchwefelſaurem Geiſte vermiſchtes Oel, das **Weinöl oder ſüße Vitriolöl,** über. Auch ſtarke und ſattſam entwäſſerte Laugenſalze wirken von der Hitze unterſtützt eben ſo auf den Weingeiſt, entziehen ihm ſeinen wäſſerichten Grundſtof, und bringen ihn dem Zuſtande der Oele näher. Das ätzende fixe Laugenſalz bildet mit ihm die **Weinſteintinctur.** Die mit Schütteln begleitete Digerirung von 6 Theilen Weingeiſt über 1 Theil heiſſes mildes Gewächslaugenſalz iſt ein gutes Mittel, den Weingeiſt zu entwäſſern.

Für die weſentlichen Oele der Pflanzen, und die aus ihrer Verdickung entſtehenden Harze, iſt der Weingeiſt das eigentliche Auflöſungsmittel. So erhält man durch Dige-

riren gewürzhafter Pflanzen mit ihm die Tincturen, und durch die Deſtillation der letztern, wobey die extractartige und färbende Materie zurückbleibt, die abgezognen Waſſer. Nach einer ſolchen Deſtillation findet man den harzigen Theil der Pflanze auf dem Boden des Gefäßes, den man ſonſt auch erhält, wenn man die Tinctur, anſtatt ſie zu deſtilliren, mit einer großen Menge Waſſer vermiſcht. So laſſen ſich die Harze der Jalappenwurzel, des Scammonium, des Pockholzes u. ſ. w. ausziehen.

Die empyrevmatiſchen Oele löſet der Weingeiſt gleichfalls auf. Dagegen greift er fette Oele, Wachs, Butter u. dgl. nur ſchwach an, bis ſie ranzig oder durchs Feuer brenzlich werden. Alsdann wirkt er ſtark auf den ranzigen oder brenzlichen Theil. Man ſcheidet die öligten Stoffe aus dem Weingeiſte entweder durch Deſtilliren, oder durch Verdünnung mit Waſſer, wodurch die Auflöſung trüb wird, und das öligte ſich in der Folge ſammlet.

Die Lackfirniße werden durch Auflöſung der Harze, z. B. des Maſtix, Gummilack, Sandarac, Weihrauch, in Alkohol bereitet. Beym Auftragen verdünſtet der Alkohol, und läſt das Harz als einen durchſichtigen Ueberzug zurück. Sie laſſen ſich aber auch aus Harzen und ätheriſchen Oelen bereiten. Die Spirituslacke trocknen ſehr ſchnell und glänzen ſchön, bekommen aber leicht Riſſe, welches man durch den Zuſatz von etwas Terpentin verhütet. Der Copal löſet ſich im Weingeiſt ſehr ſchwer auf; etwas Kampher befördert zwar die Auflöſung, ſchadet aber der Güte des Firnißes (ſ. Der Staffirmaler oder die Kunſt, anzuſtreichen, zu vergolden und zu lackiren, a. d. franz. von Watin. Leipz. 1779. 8. und Macquers chym. Wörterb. Art. Firniß). Am vollkommenſten laſſen ſich die Firniße in der papinianiſchen Maſchine bereiten.

Da der Weingeiſt alles Waſſer ſtark an ſich nimmt, ſo kan man durch ihn die gummi- und gallertartigen Subſtanzen, ingleichen die Salze, die er nicht auflöſet, z. B. Kochſalz, Glauberſalz, vitrioliſirten Weinſtein u. ſ. w. aus dem Waſſer ſcheiden, und das Anſchießen dieſer Sal-

ze befördern, auch das Eyweiß und die thieriſche Lymphe zum Gerinnen bringen.

Nach Stahl (Opuſc. chym. phyſ. med. p. 145. ſqq.) ſoll der Weingeiſt aus einem vermittelſt einer Säure mit vielem Waſſer vereinigten Oele, nach Junker (Conſpect. chemiae theor. pract. Tab. LXXXV. no. VI.) aus dem durch Säure mit Waſſer vereinigten Phlogiſton, nach Cartheuſer (Elem. Chem. Sect. I. Cap. V. §. 2.) blos aus Waſſer und Brennſtof beſtehen. Bey der Verbrennung des Weingeiſts in verſchloßnen Gefäßen wird die Luft vermindert und phlogiſtiſirt, man erhält viele Luftſäure, und ſelbſt aus dem reinſten Alkohol dem Gewichte nach mehr Waſſer, als man Alkohol angewendet hat, nach Lavoiſier (ſ. Lichtenbergs Magaz. für das Neuſte a. d. Phyſik, III B. 1 St. S. 71 u. f.) 18 Unzen Waſſer aus 16 Unzen Weingeiſt. Die Dämpfe des Weingeiſts durch glühende irdene Röhren getrieben, geben brennbare Luft mit fixer vermiſcht. Dieſen Erſcheinungen nach ſollte man glauben, es ſey die Luftſäure, welche hier das Brennbare mit dem Waſſer verbindet. Bergmann aber (De acido ſacchari in Opuſc. Vol. I. p. 253.) bewies zuerſt, daß man aus dem Rückſtande der Deſtillation des Weingeiſts mit Salpeterſäure eine wahre Zuckerſäure erhalte. Da die Zuckerſäure blos eine Verbindung der einfachen Pflanzenſäure mit Phlogiſton iſt, ſo findet es Herr Gren ſehr wahrſcheinlich, Brennſtof, Pflanzenſäure und Waſſer für die eigentlichen Beſtandtheile des Weingeiſts anzunehmen, und die Luftſäure als entferntern Beſtandtheil der Pflanzenſäure zu betrachten, wie ſich denn überhaupt alle Pflanzenſäuren vielleicht auf Luftſäure reduciren, ſ. Gas, mephitiſches (Th. II. S. 403). Oel haben Barner (Chymia philoſ. Norimb. 1689. p. 25.) und Weſtendorf (De optima acetum concentratum conficiendi ratione. Gotting. 1773. 4. p. 14.) durch wiederholte Deſtillationen im Weingeiſte zu finden geglaubt; Weſtrumb aber (Chem. Verſuche, die Entſtehung der Zuckerſäure betreff. in ſ. kl. phyſ. chem. Abhdl. B. I. Heft 1. S. 76) hat dergleichen durch 37malige Deſtillation des reinen Alkohols nicht erhalten können.

Macquer chymiſches Wörterbuch durch Leonhardi, Art. Weingeiſt.

Gren ſyſtem. Handb. der geſammt. Chemie. II. Th. 1. B. Halle, 1789. gr. 8. §. 1611 u. f.

Weite des Wurfs, Amplitudo jactus, *Amplitude du jet, Portée.* So nennt man die horizontale Weite AB Taf. XXVI. Fig. 74, um welche ein durch ADB geworfener Körper von dem Anfange des Wurfs A an bis zu dem Ende deſſelben B fortgegangen iſt, ſ. **Wurf**. Liegt der Anfang des Wurfs A mit dem Ende B in einerley Horizontalebne, ſo iſt dieſe Linie eine Sehne der krummlinigten Bahn ADB. Fienge aber der Wurf z. B. in D an, und gienge bis B, ſo wäre die Weite deſſelben nur EB; man hätte ſie nemlich von E aus zu rechnen, welcher Punkt in der Horizontalebne durch B lothrecht unter dem Anfangspunkte D liegt.

Wenn man den Fall betrachtet, da Anfang und Ende der krummlinigten Bahn in einer Horizontallinie liegen, und wenn hiebey die Geſchwindigkeit, womit der Wurf in A anfängt, $= k$; der Winkel des Wurfs mit dem Horizonte aber $= \alpha$ genannt wird, ſo iſt nach den beym Worte **Wurf** erwieſenen Formeln (wo g den Fallraum in einer Secunde bedeutet)

$$AB = \frac{k^2 . \sin 2\alpha}{2g},$$

daß ſich alſo bey einerley Stärke der anfänglichen Geſchwindigkeit des Wurfs die Weite deſſelben, wie der Sinus des doppelten Neigungswinkels, verhält.

Da nun der gröſte mögliche Sinus, nemlich der Sinustotus, dem rechten Winkel zugehört, ſo folgt hieraus, daß für jede gegebne Geſchwindigkeit k, die Weite des Wurfs den gröſten möglichen Werth $\frac{k^2}{2g}$ erhält, wenn der doppelte Neigungswinkel ein rechter, oder der Winkel α ſelbſt $= 45°$ iſt. Dieſen Satz, daß unter gleichen Umſtänden der Wurf oder Schuß von 45° am weitſten trage, kannte Tartalea ſchon 1547, zu einer Zeit, da man noch ſehr unvollkommene Begriffe von der Wurfbewegung hatte.

Winkel, die miteinander 90° ausmachen, geben unter gleichen Umſtänden einerley Weite des Wurfs. Denn ihre Doppelten machen mit einander 180°, und haben alſo einerley Sinus. So iſt für $\alpha = 15°$ und $\alpha = 75°$ die Weite des Wurfs beydemal $= \frac{k^2}{4g}$; halb ſo groß, als die gröſte Weite für $\alpha = 45°$. Gleich geſchwinde Würfe unter Winkeln von 20° und 70°, von 30° und 60° u. ſ. w. tragen auf einerley Weiten.

Bleibt aber der Winkel α ungeändert, ſo verhält ſich die Weite des Wurfs, wie k^2, d. i. wie das Quadrat der anfänglichen Geſchwindigkeit, ſo daß der doppelt geſchwinde Wurf auf die vierfache Weite trägt, u. ſ. w. Nun lehren die Verſuche, dergleichen **Robins** mit Muſketenkugeln, und **Hutton** (Philoſ. Trans. Vol. LXVIII. P. I. n. 3.) mit Kanonenkugeln angeſtellt hat, daß ſich beym Pulvergeſchütz die anfänglichen Geſchwindigkeiten ziemlich genau, wie die Quadratwurzeln aus der Menge des Pulvers, verhalten; woraus folgt, daß bey gleichem Winkel (oder auch bey Winkeln, die einander zu 90° ergänzen) die horizontalen Schußweiten im Verhältniſſe der Pulvermenge oder Stärke der Ladung ſtehen, wenn man den Widerſtand der Luft nicht in Betrachtung zieht.

Im andern Falle, da der Wurf in D anfängt, und der Körper mit der erſten Geſchwindigkeit c horizontal getrieben wird, iſt der Weg DB eine Parabel vom Parameter $\frac{c^2}{g}$, die den Scheitel in D hat, wie ebenfalls aus den beym Worte **Wurf** vorgetragenen Formeln erhellet. Nennt man nun hiebey die Höhe des Anfangspunktes D über dem horizontalen Boden BA, oder die Linie DE = a, ſo läſt ſich dieſelbe als eine Abſciſſe der Parabel aus ihrem Scheitel anſehen, wozu EB die rechtwinklichte Coordinate iſt. Daher hat man aus der Gleichung für die Parabel

$$EB^2 = \frac{c^2}{g} . a$$

und die Weite des Wurfs $EB = c.\sqrt{\frac{a}{g}}$.

Hievon läſt ſich eine Anwendung auf die Waſſerſtralen machen, welche aus Seitenöfnungen eines Gefäßes hervorſpringen. Man hält ſich für berechtigt, anzunehmen, die Geſchwindigkeit, mit welcher das Waſſer aus einer ſolchen Oefnung hervordringt, ſey diejenige, welche der Höhe des Waſſers über der Oefnung zugehört, oder welche ein ſchwerer Körper während ſeines Falles durch dieſe Höhe erlangen würde. Die Verſuche, deren Geſchichte Herr Käſtner (Anfangsgr. der Hydrodynamik, Gött. 1769. 8. S. 52 — 109.) ſo lehrreich und ſchön erzählt, enthalten wenigſtens nichts, das dieſem Satze widerſpräche, oder ſich nicht mit ihm vereinigen ließe.

Es ſey nun Taf. XXVI. Fig. 75. FCEG ein Gefäß, bis FC mit Waſſer gefüllt, und beſtändig bis dahin voll erhalten. In der Seitenwand CE befinde ſich eine kleine Oefnung D (freylich hier als ein einziger Punkt angeſehen). Das Gefäß ſtehe auf dem wagrechten Boden GB. Man nenne die ſenkrechte Höhe des Waſſers über der Oefnung oder $CD = b$; die Höhe der Oefnung über dem Boden oder $DE = a$; beyde zuſammen machen die ganze Höhe des Gefäßes $CE = a + b$ aus. Das Waſſer wird aus D horizontal mit einer Geſchwindigkeit hervorſpringen, welche der Höhe b zugehört, oder es wird $c^2 = 4gb$ ſeyn, ſ. Fall der Körper (Th. II. S. 124). Hieraus erhält man nach der vorigen Formel

$$EB^2 = \frac{c^2 a}{g} = 4ab$$

daß alſo die Weite EB, in welcher der Stral den Boden erreicht, $= 2\sqrt{ab}$, oder die doppelte mittlere geometriſche Proportionallinie zwiſchen CD und DE wird. Beſchreibt man über der ganzen Höhe des Gefäßes CE den Halbkreis CIHE, und zieht aus der Oefnung D die Linie DH mit BG parallel, ſo iſt dieſe die mittlere geometriſche Proportionallinie zwiſchen CD und DE; mithin allemal $EB = 2DH$.

Wenn Cd=ED genommen wird, ſo iſt auch dh dem DH gleich, mithin EB für die Oefnungen d und D gleich, und die paraboliſchen Waſſerſtralen aus d und D treffen auf dem Boden in B zuſammen. Die Linie DH wird am gröſten bey K, wo ſie ſich in den Halbmeſſer KI verwandlet. Das Waſſer ſpringt alſo am weitſten, wenn ſich die Oefnung bey K auf der halben Höhe des Gefäßes befindet, und die Weite des Sprungs iſt in dieſem Falle dem Durchmeſſer CE, oder der ganzen Höhe des Waſſers im Gefäße gleich.

Bey s'Graveſande Verſuchen (Elementa Phyſ. To. I. §. 1584. ed. Leid. 1742.) war a=b=18 Zoll; demnach ſollte die Weite EB=36 Zoll ſeyn; ſie ward aber nur $35\frac{1}{2}$ Zoll gefunden. Bey Kraft (Comm. Petrop. To. VIII. p. 253 ſqq.) war a=2017; b=3738, in Zweytauſendtheilchen des londner Fußes. So hätte $EB=2\sqrt{2017 \cdot 3738}=5490$ ſeyn ſollen, es fand ſich aber nur =4542, und bey den folgenden Verſuchen, wobey das Reiben mehr vermindert war, um etwas größer. Nennt man die beym Verſuch gefundene Weite EB=d, ſo kan man aus ihr und a vermittelſt der Formel $\frac{gd^2}{a}=c^2$ die Geſchwindigkeit c, oder lieber gleich die derſelben zugehörige Höhe $\frac{c^2}{4g}=\frac{d^2}{4a}$ ſuchen, und ſo durch den Verſuch prüfen, ob dieſe Höhe der Waſſerhöhe b gleich iſt, oder wie ſie ſich von ihr unterſcheidet.

Man kan endlich auch Fälle betrachten, wo der Wurf aus A einen Punkt über dem Horizonte, z. B. M, Taf. XXVI. Fig. 74. treffen ſoll. Alsdann kan AQ die Weite des Wurfs heißen. In der Ausübung iſt dieſe Linie gemeiniglich nebſt QM, der Höhe des zu treffenden Punktes, gegeben, und man ſucht alsdann, wie der Wurf einzurichten ſey, um M zu treffen, d. i. man ſucht k und α. Dieſe Aufgabe, eine der ſchönſten in der paraboliſchen Theorie der Balliſtik, iſt unbeſtimmt; man kan von k und α das eine nach Gefallen annehmen und das andere darnach beſtimmen. Aber für k, d. i. für die Geſchwindigkeit oder

Stärke der Ladung giebt es einen kleinſten möglichen Werth, um M zu treffen, den man doch gern wählen wird, um den Aufwand des Pulvers möglichſt zu ſparen. Und für dieſes kleinſte k giebt die Rechnung den Winkel α gerade ſo groß, daß die Richtung des Geſchützes bey A den Winkel der Scheitellinie ZA mit AM halbiren muß. Wird alſo bey A ein Spiegel flach über die Mündung des Geſchützes gelegt, das Auge in Z lothrecht über A geſtellt, und das Geſchütz ſo gerichtet, daß das Auge das Bild des Punktes M in des Spiegels Mitte ſieht, ſo iſt dies die Richtung, in welcher M mit der berechneten ſchwächſten Ladung getroffen wird, wobey jedoch, wie bey allen Sätzen dieſes Artikels, der Widerſtand der Luft nicht in Betrachtung gezogen iſt.

Weiten in Oſt und Weſt, ſ. Abendweite, Morgenweite.

Weitſichtig, ſ. Auge.

Wellen, Vndae, *Ondes*. Wenn in der ſtillſtehenden horizontalen Waſſerfläche hr, Taf. XXVI. Fig. 76, durch Stoß oder Druck eine Vertiefung B entſteht, ſo erhebt ſich das Waſſer rings um dieſelbe in A und C, fließt von dieſer Höhe durch ſeine Schwere wieder herab, und macht durch die im Falle erlangte Geſchwindigkeit eine neue Vertiefung bey D, indem die vorige bey B wieder ausgefüllt wird; dadurch entſtehen wieder neue Erhöhungen bey C und E mit neuen Vertiefungen in B und D, und es erfolgt daraus eine Bewegung des Waſſers, wobey die Vertiefung B mit einer ihr vorangehenden Erhöhung C, immer weiter durch D, E, F zu gehen und jeder vorigen immer wieder eine neue zu folgen ſcheint. Weil dies nach allen Seiten zu geſchieht, ſo verbreitet ſich die gedachte Bewegung in lauter Kreiſen um den Mittelpunkt B. Man nennt jede Erhöhung C, auf beyden Seiten bis an die tiefſten Punkte B und D gerechnet, eine **Welle**, den Abſtand BD die Breite der Welle, und dieſe ganze Bewegung eine **wellenförmige** (undulatio, motus undulatorius, *ondulation*).

Solche Wellen zeigen ſich, wenn man in ſtillſtehende Flüßigkeiten Steine wirft, oder ſie ſonſt durch Druck, Blaſen mit dem Munde u. dgl. in Bewegung ſetzt. Die Wellen verbreiten ſich um die bewegte Stelle in concentriſchen Kreiſen, und wenn ſich die erſte genug erweitert hat, folgt ihr ſogleich eine zweyte aus dem Mittelpunkte nach. Dieſe Bewegung müſte unaufhörlich fortdauern, wenn ſie nicht durch Reibung und Widerſtand geſchwächt und endlich aufgehoben würde. Eben das ſind die Meereswellen (ſ. Meer, Th. III. S. 183.) im Großen, nur ſehr unregelmäßig, weil ſie vom Winde, als einer höchſt ungleich und ſchief wirkenden Kraft, hervorgebracht und geſtört werden.

Die Theorie der wellenförmigen Bewegung iſt von Newton (Princip. L. II. Sect. 8.) zuerſt auf richtige Grundſätze gebracht worden. Dieſer vortrefliche Geometer zeigt daſelbſt (Prop. 46.), daß die Zeit, in welcher eine Welle um ihre Breite BD fortſchreitet, ziemlich mit der Schwingungszeit des einfachen Pendels von der Länge BD übereinkommen müſſe. Er hat nemlich vorher (Prop. 44.) erwieſen, daß die Oſcillationen der Waſſerflächen in communicirenden Röhren mit den Schwingungen eines Pendels übereinſtimmen, welches die halbe Länge der in beyden Röhren und dem Communicationsgefäße zuſammen enthaltenen Waſſerſäule hat. Wenn nun das Waſſer in BC als eine ſolche Säule betrachtet wird, deren beyde Enden durch Oſcillationen ſteigen und fallen, ſo wird ein Pendel von der Länge $\frac{1}{2}$BC einen halben Schwung machen, indem das Waſſer von B bis C ſteigt, und einen zweyten, indem es von C bis D fällt. Alsdann aber iſt die Welle um ihre ganze Breite BD fortgerückt; und dies in der Zeit, in welcher ein viermal ſo langes Pendel, deſſen Schwünge doppelt ſo lang dauren, ſ. Pendel, einen halben Schwung gemacht hätte. Die Länge dieſes Pendels wäre $= 4 \cdot \frac{1}{2}$BC $=$ 2BC, d. i. faſt $=$ BD, oder faſt der Breite der Welle gleich.

Hieraus folgert Newton, daß eine Welle von der Breite $3\frac{1}{18}$ pariſ. Schuh (welche der Länge des Secundenpendels gleich iſt) einen eben ſo langen Weg in einer Se-

cunde, mithin $183\frac{1}{3}$ Schuh in einer Minute und 11000 Schuh in einer Stunde zurücklege, und daß ſich die Geſchwindigkeiten verſchiedener Wellen, wie die Quadratwurzeln aus ihren Breiten, verhalten. Doch könne alles dieſes nur beynahe wahr ſeyn, weil hier das Oſcilliren nicht, wie in aufrecht ſtehenden Röhren ſenkrecht, ſondern im Bogen BC geſchehe.

Wenn die Kreiſe der Wellen gegen ein feſtes lothrechtes Hinderniß anſchlagen, ſo werden ſie zurückgeworfen, und breiten ſich nun nach der entgegengeſetzten Richtung ſo aus, daß ſie Kreiſe um einen Punkt bilden, der im Perpendikel ſo weit hinter der Ebne des Hinderniſſes liegt, als der Mittelpunkt der anſchlagenden Welle vor dieſer Ebne lag. Steht das Hinderniß ſchief gegen den Horizont, ſo wird der Gang der Welle durch das Anſchwellen des Waſſers und die Reibung ſehr geſtört, daher die Ufer der Flüße die Wellen ſelten merklich zurückwerfen.

Befindet ſich in dem Hinderniße eine Oefnung, ſo geht ein Theil der Welle geradlinigt hindurch, und die Bewegung fängt hier an, neue Wellen zu bilden, die ſich um die Oefnung, als ihren Mittelpunkt, in Halbkreiſen verbreiten. Iſt die Oefnung ſehr weit, ſo gehen die Wellen in der Mitte ungeſtört hindurch, und nur um die Ränder bilden ſich neue kleinere Kreiſe. Mehrere Wellen, die ſich in verſchiedenen Richtungen begegnen, ſtören einander nicht; denn welche Geſtalt auch die eine Welle der Waſſerfläche geben mag, ſo kan dieſelbe doch allemal noch diejenigen Erhöhungen und Vertiefungen annehmen, welche die Fortpflanzung der andern Welle erfordert. Gewaltſame und unregelmäßige Wellen machen freylich Ausnahmen hievon. Wenn ein Körper im Waſſer geradlinigt ſchwingt oder zittert, ſo entſtehen gleichwohl kreisförmige Wellen: die Kreisgeſtalt hängt von der Flüßigkeit des Mittels, nicht von der Bewegung des feſten Körpers ab.

In elaſtiſchen Mitteln entſtehen auf ähnliche Art abwechſelnde Verdichtungen und Verdünnungen, welche ſich um die geſtoßene Stelle herum durch concentriſche Kugelflächen verbreiten. So geſchieht die Fortpflanzung des

Schalles in der Luft, ſ. Schall (Th. III. S. 804 u. f.) und einige haben ſich auch die Bewegungen des Lichts und des Feuers ſo vorgeſtellt. Man giebt auch dieſen Bewegungen den Namen der **wellenförmigen**, und redet daher von Schallwellen, Lichtwellen, wiewohl es richtiger iſt, die letztern **Schläge** (pulſus) und die Bewegung **Vibration** (motus vibratorius) zu nennen, ſ. **Vibrationsſyſtem.**

Iſ. Newtoni Philoſ. naturalis principia mathematica, ex ed. P. P. *Jacquier* et *Le Sueur*. Colon. Allobrog. 1760. 4. To. II. p. 355 ſqq.

s'Graveſande Phyſices elementa mathematica. Lugd. Bat. 1725. 4. To. I. L. II. cap. 10. De motu undarum.

Welt, Mundus, *Monde.* Dieſer Name, der eigentlich alles Erſchaffene umfaßt, wird in der Phyſik, welche blos das Materielle betrachtet, dem Inbegriffe aller körperlichen Dinge, der **materiellen Welt, Körperwelt** beygelegt.

Billig unterſcheiden wir die von uns bewohnte und näher gekannte Erdkugel mit allem, was ihr zugehört und ihrer Umdrehung folgt, von der übrigen Körperwelt, und theilen ſo die Welt in **Himmel** und **Erde** ein. Bey Betrachtung des Himmels finden wir in ungeheuren Abſtänden von einander unzählbare große Kugeln, die **Himmelskörper, Weltkörper** (corpora caeleſtia, *corps céleſtes*), zu welchen die Erdkugel ſelbſt wiederum mit gehört. Der ganze Inbegrif dieſer Körper in ihrer Verbindung und Ordnung betrachtet, heißt das **Weltgebäude.**

Bisweilen wird auch mit dem Namen Welt die Erde allein bezeichnet, wie in den Worten Welttheile, Weltmeer; bisweilen verſteht man darunter ein Syſtem mehrerer Weltkörper, welche zuſammen in einer beſondern Verbindung ſtehen, z. B. unſer Sonnenſyſtem, oder das Syſtem des Jupiters mit ſeinen Monden (mundus Jovialis). So zeigt die bekannte Redensart **Mehrheit der Welten** eine Mehrheit ſolcher Körper, wie unſere Erdkugel, oder auch ſolcher Syſteme, wie unſer Sonnenſyſtem, an, ſ. **Weltgebäude, Weltſyſtem.**

Weltaxe, Axis mundi, *Axe du monde.* Die gerade Linie von einem Weltpole zum andern, welche bey der ſcheinbaren täglichen Umdrehung des Himmels unbewegt bleibt. Sie ſcheint jedem Zuſchauer, der ſich im Mittelpunkte der Kugel glaubt, durch ſein Auge zu gehen; denkt man ſich aber, wie gehörig, die Erde unendlich klein, oder als einen Punkt in die Mitte geſtellt, ſo trift dieſe Axe den Mittelpunkt der Erde, und iſt nun nichts anders, als die bis an die Grenzen der ſcheinbaren Himmelskugel verlängerte Erdaxe. Blos wegen der Kleinheit der Erde können alle mit ihr parallel laufende Linien auf der ganzen Erdfläche, z. B. die Zeiger der Sonnenuhren, als Stücken der Weltaxe ſelbſt angeſehen werden. Sie iſt die Axe des Aequators, und der mit ihm parallel laufenden Tagkreiſe, Wendekreiſe, Polarkreiſe; und ihr Winkel mit dem Horizonte des Orts wird durch die Polhöhe des Orts gemeſſen.

Weltgebäude, *Weltbau, Weltall, Univerſum,* Mundus univerſus, Syſtema mundi ſ. coſmicum, Fabrica mundi, *Monde, l' Univers.* Der Inbegrif aller Weltkörper, in ihrer Ordnung und Verbindung unter einander betrachtet. Obgleich alles, was ſich hievon ſagen läſt, nur Muthmaßung iſt, ſo haben wir doch von einem Theile des Weltbaues, zu dem unſere Erde ſelbſt mit gehört, nemlich von unſerm Sonnenſyſtem, ziemlich zuverläßige Kenntniſſe; denn die Muthmaßungen hierüber ſind bis zu dem äuſſerſten Grade der Wahrſcheinlichkeit erhoben worden, welcher in Sachen dieſer Art der Gewißheit ſelbſt völlig gleich zu ſetzen iſt, ſ. *Weltſyſtem.* In dieſem bekanntern Theile des Weltbaues hat die Sonne den vornehmſten Platz, und um ſie läuft eine ziemliche Anzahl dunkler Körper, welche von ihr Licht und Wärme empfangen, und dadurch zu Wohnplätzen empfindender Weſen geſchickt werden. Verbindet man hiemit den Gedanken, daß jeder Fixſtern eine Sonne, mithin zu ähnlichen Wirkungen geſchickt iſt, ſ. *Fixſterne* (Th. II. S. 267.), ſo bringt ſich faſt unwiderſtehlich die Vermuthung auf, jede dieſer unzählbaren Sonnen ſey von Planeten umgeben, und

bilde mit ihnen ein Syſtem, wie das unſrige, wodurch die Menge der Wohnplätze für empfindende und der Glückſeligkeit fähige Geſchöpfe weit über alles vervielfältiget wird, was unſere Vorſtellungen zu faſſen vermögen.

Dieſe erhabne, der unendlichen Größe und Güte des Schöpfers ſo würdige, Muthmaßung iſt unter dem Namen der Lehre von der Mehrheit der Welten bekannt, ſ. **Welt.** Schon einige der älteſten Weltweiſen haben dieſe Lehre vorgetragen, wiewohl man zu ihrer Zeit von der Größe und Entfernung der Geſtirne noch ſehr eingeſchränkte Begriffe hatte. Man findet viele dergleichen Behauptungen beym **Plutarch** (De placitis Philoſ. L. I. cap. 5. L. II. c. 13. 30). Die Pythagoräer **Philolaus, Nicetas** und **Heraklides** lehrten, daß jedes Geſtirn eine Welt ſey; die Unzählbarkeit dieſer Welten war ein eigner Satz des epikureiſchen Lehrgebäudes (ſ. auch *Lucret.* de rer. nat. L. II. v. 1086.) und **Metrodor** von Epheſus behauptete, in den unendlichen Raum nur eine Welt zu ſetzen, ſey eben ſo ungereimt, als in einem unermeßlichen Felde nur eine einzige Aehre zu ſuchen. Auch **Xenophanes, Zeno von Elea, Anaximenes** und **Anaximander** lehrten die Vielheit der Welten, oder nahmen doch Bewohner der Geſtirne an. Sehr umſtändlich ſind dieſe Meinungen der Alten beym **Fabricius** (Bibliotheca graeca, To. I. Cap. 20.) geſammlet. Da inzwiſchen das wahre Planetenſyſtem noch nicht ſo allgemein und genau, wie jetzt, bekannt war, ſo ſcheinen die mehrern κοσμοι der Alten wohl eher einzelne bewohnte Kugeln, als die jetzt angenommene Mehrheit der Planetenſyſteme, anzudeuten.

Das copernicaniſche Syſtem erweiterte die Begriffe von dem Umfange des Weltraums und von den Größen und Abſtänden der Fixſterne bis zum Erſtaunenswürdigen. Dieſe Geſtirne wurden nun unſerer Sonne ganz gleich und faßten zwiſchen ſich Raum genug für zahlreiche Planetenſyſteme. **Jordan Brunus** (De innumerabilibus, immenſo et infigurabili. Frf. 1591.) trug die Lehre von unzählbaren Welten in einem Gedichte vor, und verband damit die Idee von Unendlichkeit des Weltbaus ſowohl dem Raume,

als der Zeit nach. Keplern feſſelten ſeine Träume von gewiſſen Verhältniſſen im Weltbau, welche ſich auf die regulären Körper der Geometrie bezögen. Dieſer Wahn band ihn an das alte Vorurtheil, daß ſich unſere Sonne als Hauptkörper des ganzen Weltalls, vor allen andern auszeichne. Er unterſchied ſie alſo von den Fixſternen, und umgab unſer Syſtem mit einem weiten leeren Raume, jenſeit deſſen erſt der dichter beſetzte Fixſternhimmel anfange. Aber Huygens (Κοσμοθέωρος ſ. de terris coeleſtibus, earumque ornatu conjecturae. Hagae Com. 1698. 4.) erhob ſich viel weiter. Zwar betrift der gröſte Theil ſeiner Betrachtungen nur die Bewohnbarkeit der Planeten; er widerlegt aber am Schluße derſelben (p. 130 ſqq.) Keplers Wahn, und zeigt, daß uns nichts hindere, jeden Fixſtern eben ſowohl, wie unſere Sonne, mit bewohnten Planeten umgeben zu gedenken, woraus eine über alles erhabne Vorſtellung von der Pracht und Größe des Weltgebäudes entſpringe. Vornemlich hat Herr von Fontenelle (Entretiens ſur la pluralité des mondes. Paris, 1686. 12. 1719. 12. Bernh. v. Fontenelle Geſpräche von mehr, als einer Welt, a. d. frz. von J. C. Gottſched. Leipz. 1730. 8.) dieſe Lehre mit der ihm eigenthümlichen Anmuth der Einkleidung und Lebhaftigkeit der Schreibart vorgetragen. Dieſer leſenswürdigen Schrift, welche leider mit einer Menge Erklärungen aus dem Syſtem der carteſianiſchen Wirbel durchflochten iſt, hat Herr Bode (Bernh. v. Fontenelle Dialogen über die Mehrheit der Welten, überſ. mit Anmerkungen und Kupfertafeln. Berlin, 1780. 8. 2te Aufl. 1789. 8.) durch beygefügte Berichtigungen und Zuſätze eine ſehr vortheilhafte, dem jetzigen Zuſtande der Wiſſenſchaften angemeſſene, Geſtalt gegeben, in welcher ſie wiederum in die franzöſiſche Sprache überſetzt, mithin in ihr Vaterland mit den Verbeſſerungen eines Deutſchen zurückgekehrt iſt.

Demnach ſcheint das Weltgebäude aus einer zahlloſen Menge von Sonnenſyſtemen zu beſtehen, von welchen nur dasjenige, wozu unſere Erde ſelbſt gehört, uns genauer bekannt iſt. Aber ſelbſt unter dieſen Syſtemen und ihren Sonnen muß, der Analogie gemäß, noch eine weitere Subor-

bination ſtatt finden, über deren Beſchaffenheit uns jedoch nur ſchwache Muthmaßungen verſtattet ſind.

Dürften wir uns alle dieſe Sonnenſyſteme als Kugeln von faſt gleicher Größe, die ſämmtlich einander berührten, vorſtellen, ſo würden ſolcher Kugeln um eine mittlere, z. B. um unſere Sonnenwelt, zunächſt zwölf an der Zahl liegen können. Jede derſelben wäre ein wenig größer, als die mittlere, und der übrigen müßten dann immer mehr werden, je weiter ſie abſtünden, ſo daß um die erſten 12 eine zweyte Lage von mehreren (etwa 52), um dieſe eine dritte von noch mehr Kugeln u. ſ. w. ſtatt fände. Geometriſche Unterſuchungen hierüber hat Herr **Käſtner** (Diſſert. mathem. et phyſ. Altenb. 1757. 4. no. IX.) angeſtellt. Wären nun auch die in der Mitte der Kugeln befindlichen Sonnen alle gleich groß, ſo würden uns die zwölf nächſten als eben ſoviel Sterne der erſten Größe, die der zweyten, dritten Lage u. ſ. w. als Sterne der folgenden Größen mit immer wachſender Anzahl erſcheinen. Nun zählt man in der That zwölf Sterne, die ganz entſchieden zur erſten, über 60, die zur zweyten, über 200, die zur dritten gehören. Aber man ſieht bald, daß ſich dieſe Anwendung nicht weit treiben laſſe, weil die Sterne weder gleiche Größen noch eine ſo regelmäßige Stellung zeigen, als bey dieſer Anordnung ſtatt finden müſte.

Thomas Wright (An original theory of the univerſe. London, 1750. 4. maj.) trägt in einem mit prachtvollen Abbildungen des Fixſternhimmels begleiteten Werke den Gedanken vor, die Fixſterne ſtünden in ordentlichen Lagen und gleichen Entfernungen, und ſchienen uns nur unordentlich, weil wir ſie nicht aus der gehörigen Stelle betrachteten. So ſcheint das Syſtem der Jupitersmonden auf den erſten Blick unordentlich, und eben ſo müßte einem entfernten Auge unſer ganzes Planetenſyſtem vorkommen, obgleich in beyden die ſchönſte Ordnung herrſcht. Aber hier liegt die Ordnung in der Bewegung durch Bahnen, und geht beym Anblicke darum verlohren, weil das Auge die Körper nur in einzelnen Stellen dieſer Bahnen ſieht. Bey den Fixſternen könnte wohl etwas ähnliches ſtatt finden, da man

jeʒt weiß, daß auch ſie eigne Bewegungen haben, die jedoch Wright in dieſer Beziehung nicht betrachtet. Seine Erklärung geht vielmehr dahin, daß ſich die Reihen der Sterne hauptſächlich durch die Ebne der Milchſtraße erſtrecken, und nach dieſer Richtung ohne Vergleichung häufiger, als nach den übrigen, hinter einander liegen. Er giebt auf zwo Platten eine vortrefliche Abbildung dieſes bewundernswürdigen Streifens, und berechnet in ſelbigem, indem er ihn 9° breit, und in jeden Quadratgrad 1200 Sterne ſeʒt, die Anzahl der Weltſyſteme auf 3888000. Durch dieſe Gedanken veranlaßt hat auch Herr Kant (Allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels. Königsberg, 1755. 8.) ähnliche Muthmaßungen über die Lagen der Fixſterne mitgetheilt. Und in der That lehrt der Anblick der Milchſtraße unwiderſprechlich, daß die ganze Schöpfung der Fixſternwelten durch dieſe Fläche am weitſten, alſo nicht durch einen kugelförmigen, ſondern vielmehr flachen, ſcheibenähnlichen oder ſehr platten ſphäroidiſchen Raum ausgebreitet ſey.

Lambert (Cosmologiſche Briefe über die Einrichtung des Weltbaues. Augſpurg, 1761. gr. 8.) hat dieſe Muthmaßungen mit ſeinem gewöhnlichen Scharfſinne viel weiter verfolgt. Er ſtellt ſich vor, daß alle auſſerhalb der Milchſtraße liegende zerſtreut erſcheinende Fixſterne zuſammen ein einziges Syſtem ausmachen, zu welchem unſere Sonne ſelbſt mit gehört. In der Ebne der Milchſtraße liegen nun in unermeßlichen Reihen hintereinander nicht blos einzelne Fixſterne mit ihren Planeten, ſondern ganze dem vorigen gleiche Syſteme, zu deren jedem viele tauſend Sonnen, jede mit ihren Planeten, gehören. Obgleich die einzelnen Sonnen ſchon ſehr weit auseinander ſtehen, ſo ſind doch die Abſtände zwiſchen dieſen Syſtemen noch bey weitem größer. Ein ſolcher für unſere Vorſtellung ungeheurer Abſtand befindet ſich auch zwiſchen unſerm Fixſternſyſtem, das ſich über den ganzen geſtirnten Himmel verbreitet, und den übrigen, deren vereinigter Glanz uns die Erſcheinung der Milchſtraße verurſacht.

Hieraus erklårt ſich ſehr ſchön, warum der Rand der Milchſtraße ſo deutlich abgeſchnitten iſt. Man ſtelle ſich auf dem Boden etliche tauſend Reihen von Lichtern in gleichen Entfernungen vor, ſetze über dieſe Schicht noch hundert andre gleiche Schichten, und bringe das Auge in die Mitte des Ganzen. Schaut es hier über oder unter ſich, ſo wird es nur 50 Lichter in einer Reihe finden; je mehr es ſich gegen den Horizont wendet, deſto mehr wird die Anzahl derſelben zunehmen, und endlich werden im Horizonte ſelbſt viele tauſend hinter einander liegen. Aber nirgends wird ſich in dieſer Erſcheinung ein Abſatz, wie an dem ſcharf begrenzten Rande der Milchſtraße, finden laſſen. Man mache nun eine Aenderung, laſſe zwar die nächſten Lichter um das Auge herum ſtehen, nehme aber zwiſchen dieſen und den entferntern einen großen Kreis oder Ring davon hinweg; ſo werden die nächſten Lichter an Größe und Deutlichkeit kenntlich bleiben; die entferntern werden ſich bläſſer, undeutlicher, dicht bey einander in einem Kreiſe zeigen, und der Abſatz zwiſchen dieſem Kreiſe und den zerſtreuten nahen Lichtern wird deſto ſtärker in die Augen fallen, je größer der von Lichtern leere Raum iſt. Eben ſo müſten ſich die Sterne allmählich und ohne Abſatz gegen die Milchſtraße zuſammendrängen, wenn ſich nicht zwiſchen ihnen und der letztern ringsum ein großer leerer Abſtand befände, deſſen Größe den Abſtand unſerer Fixſterne von einander ſelbſt viele tauſendmal übertreffen muß. Nur eine ſolche Abſonderung kan den ſcharf begrenzten Rand der Milchſtraße begreiflich machen.

In unſerm Fixſternſyſteme liegt unſere Sonne nebſt uns nicht in der Mitte, ſondern der Gegend des Adlers näher, wo uns die Sterne in geringerer Anzahl und zerſtreuter erſcheinen. Die Mitte des Syſtems ſcheint nach dem Orion oder großen Hunde hin zu liegen. Lambert giebt dem ganzen Syſtem eine langſame Bewegung um einen Haupt- oder Centralkörper, von dem er es unentſchieden läßt, ob er eine Sonne oder eine dunkle Maſſe ſey. Den Sirius dafür anzunehmen, iſt er nicht geneigt; eher könnte man den bekannten Nebelfleck am Schwerdte des

Orions dafür halten; die Erfahrung müſſe lehren, ob dieſer Fleck periodiſche Lichtabänderungen nach der Theorie der Phaſen zeigen und ſich etwa dadurch als ein dunkler von umlaufenden Sonnen erleuchteter Körper zu erkennen geben werde.

Die Milchſtraße ſetzt Lambert aus lauter ähnlichen durch eben ſolche Abſtände getrennten Syſtemen zuſammen, die er bisweilen ſelbſt Milchſtraßen nennt. Jedes einzelne Syſtem für ſich würde wie ein blaſſes Wölkchen oder Nebelfleck erſcheinen; alle zuſammen ſchieben ſich in einander, und bilden die lichte Zone, die doch an manchen Stellen unterbrochen, geſpalten oder in kleine Wölkchen zertheilt ſcheint. Jedes dieſer unzählbaren Syſteme hat ſeinen eignen Hauptkörper, und vielleicht machen ſie alle zuſammen nur ein Syſtem einer noch höhern Ordnung aus, in deſſen Mittelpunkte ſich wieder ein Hauptkörper von einer noch beträchtlichern ſeinem ungeheuren Gebiete angemeſſenen Größe befindet; vielleicht muß man noch durch mehrere ſolche Ordnungen oder Stufen aufſteigen, ehe man die Grenze dieſer Reihe erreicht, die dem Throne der Allmacht am nächſten iſt, u. ſ. w.

Das Buch des verewigten Lamberts, welches dieſe Ausſichten in das Reich der Schöpfung vorträgt, wird ſowohl durch ſeinen großen Gegenſtand, als durch den eignen philoſophiſchen Gang in Zergliederung der Muthmaßungen und ihrer Gründe, äuſſerſt leſenswerth. Bey ſolchen Vorzügen kan man zwar das Rauhe des Vortrags und der Sprache überſehen; dennoch wäre zu wünſchen, daß die längſt verſprochne franzöſiſche Ueberſetzung dieſes Werks mit Herrn d'Arquier's Anmerkungen bald erſcheinen möchte.

Herr Bode (Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels, 5te Aufl. Berlin, 1788. gr. 8. III Abth. 4 Abſchn.) ſtellt die Muthmaßungen über die Größe, Bewohnbarkeit und Anordnung der Fixſternwelt mit vieler Würde und Anmuth der Schreibart dar. Ohne ſich genau an Lamberts Ideen zu binden, ſcheint er vielmehr alle Fixſterne der Milchſtraße mit uns in ein einziges Syſtem zuſammenzu-

ziehen, in welchem unſere Sonne die beym Worte **Milch**ſtraße (Th. II. S. 239.) angegebene Stelle haben, der Sirius aber die Centralſonne ſeyn könnte. Er fügt noch den erhabnen Gedanken bey, daß die **Nebelflecke**, welche gemeiniglich in einer länglichen oder elliptiſchen Geſtalt erſcheinen, nichts anders, als von fern geſehene ganze Milchſtraßen, oder Syſteme von Millionen Sonnen ſeyn mögen, von welchen wir blos den vereinigten Glanz wahrnehmen, und von denen das Licht ſeinen Weg bis zu uns erſt in Jahrtauſenden vollendet. Und vielleicht, fährt er fort, kan es noch eine Menge derſelben in größern Entfernungen geben, von denen das Licht erſt nach Millionen Jahrtauſenden zu uns gelangt, die wir alſo mit unſern beſten Fernröhren nie ſehen werden. Endlich können wir noch ſetzen, daß dies dennoch nur den kleinſten Theil von dem Ganzen ausmachen kan, was der Allmächtige werden hieß. Denn die Grenzen der Schöpfung werden durch alle unſere Vorſtellungen noch nicht erreicht.

Die Anzahl der bekannten Nebelflecken und Sternhaufen hat ſich durch die neuern Beobachtungen des geſtirnten Himmels ſehr anſehnlich vermehrt, und Herr **Herſchel** (On the conſtruction of the Heavens. London 1785. 4. auch in Philoſ. Trans. Vol. LXXV.) hat uns durch ſeine Entdeckungen in dieſem Fache ſo viel Erläuterung der vorigen Muthmaßungen, und überhaupt ſo viel Aufſchlüße über den Bau der Sternhimmel verſchaft, daß ſeine Theorie der Fixſternhaufen faſt ganz ein treues Gemälde der Natur zu ſeyn ſcheinet. Stellt man ſich vor, daß alle Sterne urſprünglich ihren angewieſenen Platz im Weltraume bekamen, und gegen einander gravitirten, ſo mußten die größern benachbarte kleinere näher gegen ſich ziehen, und die vereinte Kraft aller muſte dieſes Syſtem immer mehr vergrößern. Die Geſtalt dieſer Syſteme muſte nach der Größe des Hauptkörpers, und nach der urſprünglichen Lage und Größe der benachbarten Sterne ſehr verſchieden ſeyn, und je reicher ſie an Sternen wurden, deſto anſehnlichere leere Räume muſten zwiſchen ihnen entſtehen. Herr **Herſchel** giebt überdies dieſen Sternen, ſo wie den ganzen Syſte-

men, Bewegung, um durch die daraus entſtehende Schwungkraft einen Beharrungsſtand zu erhalten, und das Zuſammenſinken der Schöpfung in eine einzige Maſſe zu verhindern. So entſtehen mehrere Ordnungen ſolcher Syſteme, und ihre Theorie wird der lambertiſchen ganz ähnlich. Das Auge eines Zuſchauers, der noch weit vom Mittelpunkte eines Syſtems ſteht, wird den Rand oder die Grenzen deſſelben nicht erreichen, entfernte andere Syſteme werden ihm nur in heitern Nächten als blaſſe Wölkchen, und mehrere nach einer Fläche ausgebreitete Syſteme, die zuſammen wieder ein Syſtem einer höhern Ordnung bilden, als ein lichter die Sphäre umgebender Gürtel, erſcheinen. Dabey kann gleichwohl das Geſicht noch ſo begrenzt ſeyn, daß man von der Schöpfung, die man ganz zu ſehen glaubt, in der That kaum den tauſendſten Theil ſieht. Herr Herſchel entwirft von dieſer Theorie eine Zeichnung nach ſeinen Beobachtungen, welche den uns ſichtbaren Himmel als ein Syſtem der dritten Ordnung von mehrern Millionen Sternen darſtellt. Nach ſeinem Maaßſtabe, wo der Abſtand des Sirius von uns nur $\frac{1}{80}$ Zoll beträgt, ſind alle in den heiterſten Nächten ſichtbare Sterne in einem Umfange von $\frac{1}{4}$ Zoll Durchmeſſer enthalten. Aber in 1000, ja 6 bis 8000fachen Siriusfernen ſchweben mehrere Syſteme, von jenem an Größe und Sternenzahl wenig verſchieden; ihre zahlloſen Sonnen, mit Planeten umgeben, bieten überall Flächen zur Bewohnung dar, und wo in dieſen unermeßlichen Gefilden ſchicklicher Raum iſt, da wallen Weſen, die ſich glücklich fühlen!

Nur mit Mühe enthalte ich mich, die Empfindungen auszudrücken, zu welchen die Betrachtung dieſer großen und herrlichen Schöpfung ganz unwiderſtehlich dahinreißt. Es ſind Empfindungen der Bewunderung und Anbetung des Unendlichen, gegen deſſen unbegrenzte Macht und Herrlichkeit alles, was wir ſonſt erhabenes denken mögen, in ein unbedeutendes Nichts verſchwindet. Welch ein Gott iſt der Herr, der Urheber und Beherrſcher dieſer Welten, der wohlwollende Vater aller Weſen ohne Zahl,

welche vom Anbeginn der Schöpfung Leben und Glückſeligkeit in ſeinen Wohnplätzen genoſſen haben,

— — the glorious Architect
In this His univerſal Temple, hung
With Luſtres, with innumerable Lights,
That ſhed Religion on the Soul; at once
The Temple and the Preacher! O how loud
It calls Devotion!
Devotion, Daugther of Aſtronomy!
An undevout Aſtronomer is mad.

YOUNG'S Complaints, Night 9. v. 764 ſqq.

de la Lande aſtronomiſches Handbuch, a. d. Frz. Leipzig 1775 gr. 8. §. 976 u. f.

Lamberts Coſmologiſche Briefe, an mehrern Stellen.

Bode Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels, a. a. O.

Lichtenbergs Magazin für das Neuſte aus der Phyſ. und Naturgeſchichte IV. Band, 2tes Stück. S. 115 u. f.

Weltgegenden, Plagae mundi, *Plages.* Man theilt insgemein den Horizont an jedem Orte in 32 gleiche Theile, ſo daß jeder dieſer Theile einen Bogen von $\frac{360}{32}^\circ = 11\frac{1}{4}^\circ$ faſſet. Jeder Eintheilungspunkt bekömmt alsdann einen beſondern Namen; alle zuſammen aber heiſſen die **Weltgegenden**, und wenn ein Phänomen über einem dieſer Punkte erſcheint, oder eine Linie ſich nach demſelben richtet, ſo ſagt man, das Phänomen erſcheine, oder die Linie richte ſich, nach dieſer oder jener Weltgegend. Da die Schiffer die Richtung der Winde auf dieſe Art angeben, ſo heißen dieſe Gegenden bisweilen auch die 32 **Winde**.

Bey dieſer Eintheilung wird die Mittagslinie zum Grunde gelegt, ſ. **Mittagslinie.** Taf. XXVI. Fig. 77 ſey NWSO der Horizont, NS die Mittagslinie des Orts C. Die Punkte N und S, in welchen die Mittagslinie den Horizont trift, ſ. **Mitternachtspunkt, Mittagspunkt,** haben von den Schiffern die Namen **Nord** und **Süd** erhalten. Setzt man auf NS die Linie WO ſenkrecht durch den Mittelpunkt C, ſo beſtimmt ſie im Horizonte die beyden Punkte W und O, ſ. **Abendpunkt, Morgenpunkt,** in welchen der Horizont vom Aequator durchſchnitten wird.

Dieſe werden von den Schiffern **Weſt** und **Oſt** genannt. Die vier Punkte N, W, S, O, heißen die Cardinalpunkte, und beſtimmen die vier **Hauptgegenden**; (plagae cardinales); ſie theilen auch den ganzen Horizont in vier gleiche Quadranten, ſ. **Cardinalpunkte, Hauptgegenden, Mitternacht, Abend, Mittag, Morgen.**

Die übrigen Weltgegenden werden durch fortgeſetzte Halbirung der Quadranten NW, WS, SO, ON beſtimmt. Die erſte Halbirung giebt die vier **erſten Nebengegenden** (plagae intermediae, *points collatéraux*). Einer jeden Name wird aus den Namen der beyden Hauptgegenden, zwiſchen denen ſie liegt, ſo zuſammengeſetzt, daß die in der Mittagslinie liegende Gegend zuerſt genannt wird. So heißen dieſe Gegenden **NordWeſt, SüdWeſt, Süd Oſt, NordOſt.**

Eine fernere Halbirung dieſer acht Bogen giebt acht **zweyte Nebengegenden**. Jeder Name beſteht aus dem Namen der nebenliegenden Hauptgegend und erſten Nebengegend. Dieſe Namen ſind alſo: **NordNordWeſt; WeſtNordWeſt; WeſtSüdWeſt; SüdSüdWeſt; SüdSüdOſt; OſtSüdOſt; OſtNordOſt; NordNordOſt.** Dieſe 16 Weltgegenden ſind in der Figur vorgeſtellt.

Endlich giebt die nochmalige Halbirung der ſechszehn nunmehrigen Bogen noch eben ſo viel **dritte Nebengegenden**, deren jede entweder an einer Hauptgegend oder an einer erſten Nebengegend anliegt, und von dieſer anliegenden den Namen bekömmt, welcher durch die Sylbe gen mit der Hauptgegend verbunden wird, nach welcher die zu benennende Gegend von jener anliegenden abweicht. Dieſe Namen ſind: **Nord gen Weſt; NordWeſt gen Nord; NordWeſt gen Weſt; Weſt gen Nord; Weſt gen Süd; SüdWeſt gen Weſt; SüdWeſt gen Süd; Süd gen Weſt; Süd gen Oſt; SüdOſt gen Süd; SüdOſt gen Oſt; Oſt gen Süd; Oſt gen Nord; NordOſt gen Oſt; NordOſt gen Nord; Nord gen Oſt.**

Die Namen zeigen offenbar, daß dieſe Eintheilung von deutſchen oder holländiſchen Schiffern herrührt. Sie werden aber jetzt von allen Europäern gebraucht. Die Namen der Griechen und Römer kommen mit unſern Weltgegenden nicht genau überein, weil jene den Horizont, in 12 oder 24 Theile theilten (ſ. *Riccioli* Almag. nov. II. 17.). Lateiniſche Namen für unſere Winde ſchlägt **Varenius** (Geogr. gener. L. I. c. 20. prop. 4-8.) vor.

Man findet die Weltgegenden, wenn die Mittagslinie des Orts beſtimmt iſt, vermittelſt der **Windroſe**, von der noch ein eigner Artikel dieſes Wörterbuchs handelt.

Man hat gefragt, ob wohl die Lage der Weltgegenden an einerley Orte der Erde ſtets unverändert bleibe, oder was eben ſo viel iſt, ob die Mittagslinie eines jeden Orts immer eben dieſelbe ſey. **Picard** (Voyage d'Uranibourg, à Paris 1680 fol.) fand die Poſitionswinkel verſchiedener Orte mit der Mittagslinie durch Uranienburg ſämtlich um 18 Minuten anders, als **Tycho** dieſelben faſt hundert Jahr vorher angegeben hatte. Picard ſelbſt vermuthet, Tycho habe dieſe Winkel nicht mit der gröſten Schärfe beſtimmt, weil ſeine Abſicht blos auf eine Situationskarte der Inſel Huen gegangen ſey. Dennoch war in dieſen Beſtimmungen der Fehler von 18 Minuten in der Lage der Mittagslinie offenbar, und ſchien zu beträchtlich, um ihn einem Aſtronomen von Tychos Sorgfalt und Geſchicklichkeit zuzutrauen. Dies brachte nun einige, beſonders **Wallis** (Philoſ. Transact. num. 255. p. 289.) auf die Vermuthung, daß die Mittagslinie, und mit ihr alle Weltgegenden, an jedem Orte ihre Lage von Zeit zu Zeit änderten.

Es hat ſich aber dieſe Muthmaſſung nicht beſtätiget. **Caſſini** hatte zwar an dem von **Egnaz Dante** errichteten Gnomon in der Petroniuskirche zu Bologna bey der erſten Prüfung 1655 die Mittagslinie fehlerhaft gefunden, und daher eine neue gezogen. Dieſe aber fand er 1695 noch immer in der vorigen Lage, und ſie hat ſich noch in der Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts durch **Manfredi's** zahlreiche Beobachtungen (Comm. Bonon. Tom. II. u. De

gnomone Bononienſi) aufs neue unverändert richtig gezeigt. Bey den ſorgfältigen und lange Zeit fortgeſetzten Beſtimmungen der Mittagslinie der pariſer Sternwarte hat man auch keine Spur einer ſolchen Veränderung wahrgenommen.

Uebesdies fand Chazelles (*du Hamel* Hiſt. Acad. reg. p. 420. ingl. Eloge de M. *de Chazelles* in Mém. de l'acad. des ſc. 1710.) die gröſte egyptiſche Pyramide, die er 1693 unterſuchte, mit ihren vier Seiten genau nach den vier Hauptgegenden gerichtet. De la Caille (Mém. de l'acad. 1761. p. 160.) meldet aus Chazelles Handſchriften, daß die Unterſuchung mit einem Compaſſe geſchehen ſey, deſſen Nadel vier Zoll lang geweſen, und den er an die Seiten der Pyramide angehalten habe. Da man eine ſolche Uebereinſtimmung nicht als Zufall anſehen kann, ſo muß man annehmen, die Lage der Weltgegenden ſey von den Urhebern der Pyramide geſucht worden, und ſeit dieſer Zeit unverändert geblieben. Doch würde Herr Witte, der die Pyramiden für vulkaniſche Producte hält, dieſe Schlüſſe nicht zugeben.

Wie aber dem auch ſey, ſo hat man keinen Grund, die Lage der Welgegenden für veränderlich anzunehmen, und es iſt vielmehr die Stellung der Weltpole gegen den Horizont überall als unveränderlich anzuſehen.

Weltkugel, ſ. Himmelskugel, Sphäre.

Weltpole, Pole des Himmels, Pole des Aequators oder der täglichen Umdrehung, Poli mundi, Poli caeleſtes, Poli aequatoris. *Poles du monde*, *Poles de la ſphere*, *Poles de l'équateur.* Die beyden Punkte der Himmelskugel P und S, Taf. VIII. Fig. 2. welche bey der ſcheinbaren täglichen Umdrehung unbewegt zu bleiben ſcheinen — die Endpunkte der Weltaxe PS. Sie correſpondiren mit den Polen der Erde p und s, d. i. ſie liegen am Himmel gegen das Zenith eines jeden Ortes ſo, wie die Pole auf der Erdfläche gegen den Ort ſelbſt liegen. Sie ſind zugleich die Pole des Aequators und aller mit ſelbigem parallelen Tagkreiſe.

Da ſich beyde Pole dem Durchmeſſer nach entgegenſtehen, ſo fällt jedem Orte der Erde nur einer derſelben über den Horizont. Nur in der geraden Sphäre, oder unter dem Aequator der Erde, ſcheinen beyde Pole im Horizonte ſelbſt zu liegen, ſ. Sphäre. Der in unſern Ländern ſichtbare P heißt der **Nordpol**, auch der **mitternächtliche** oder von dem ihm nahen Sternbilde des Bäres (ἄρκτος) der **arktiſche Pol** (Polus ſeptemtrionalis, borealis, arcticus, *Pole ſeptentrional, boréal*); der entgegengeſetzte S der **Südpol**, der **mittägliche, antarktiſche Pol** (Polus meridionalis, auſtralis, antarcticus, *Pole méridional, auſtral*). Die Römer überſetzen das griechiſche πόλος durch Vertex (Cic. de Nat. Deor II. 41.); ſo ſagt **Virgil** (Georg. II. 242.)

> Hic *vertex* nobis ſemper ſublimis, at illum
> Sub pedibus Styx atra videt, maneſque profundi.

Oft ſetzen auch die Dichter Axis für den Nordpol, wie axis inocciduus beym **Lucan** (Pharſal. I. 175.)

Die Stelle des Nordpols am Himmel ohngefähr zu finden, dient der Polarſtern. Hat man dieſen nach der im Artikel **Polarſtern** gegebenen Anleitung aufgeſucht, ſo hat man die Stelle des Nordpols anjeẓt faſt zwey Grad weit von demſelben, in gerader Linie nach dem dritten Sterne ε im Schwanze des großen Bären oder nach dem innerſten der Deichſel des Himmelswagens zu. Um ſie genauer zu finden, müſte man Mittagslinie und Polhöhe ſuchen, und die Axe eines Fernrohrs dem gemäß richten.

Gröſte Kreiſe durch die Weltpole geführt, ſtehen auf dem Aequator ſenkrecht, und heiſſen **Abweichungskreiſe**, weil auf ihnen die Abweichung der Geſtirne gemeſſen wird, **Stundenkreiſe**, wenn ſie in der unbeweglichen Himmelsfläche betrachtet werden. Zu jenen gehören die **Koluren**, zu dieſen der **Mittagskreis**, der ſechſte Stundenkreis, welcher durch den Morgen- und Abendpunkt geht, u. ſ. w.

Die Stellen der Weltpole werden durch die Lage der Erdaxe beſtimmt, von der die Weltaxe eine Verlängerung iſt. Nun verändert ſich die Lage der Erdaxe gegen die Fix-

ſterne theils fortgehend, ſ. Vorrücken der Nachtgleichen, Schiefe der Ekliptik, theils periodiſch, ſ. Wanken der Erdaxe. Daher iſt auch die Lage der Pole gegen die Fixſterne veränderlich. Weil aber doch die Weltpole ſtets einerley Lage gegen den Horizont eines jeden Orts der Erde behalten, ſo ſieht man ſie in der ſphäriſchen Aſtronomie als unbeweglich an, und betrachtet die gedachten Veränderungen ſo, als ob ſie von Bewegungen der Fixſterne oder der Pole und Punkte der Ekliptik herrührten.

Weltſyſtem, Weltordnung, Sonnenſyſtem, Planetenſyſtem, Syſtema mundi ſ. coſmicum, Syſtema ſolare, planetarium, *Syſteme du monde*, *Syſteme ſolaire ou planétaire.* Dieſe Namen giebt man einer Anzahl mehrerer Weltkörper, welche in einer bekannten oder vermutheten Ordnung und Verbindung ſtehen. Man kennt ſolche Ordnungen nie aus unmittelbarer Erfahrung, ſondern immer nur durch Schlüſſe, die im Grunde hypothetiſch ſind. Daher bedeutet das Wort **Weltſyſtem** oder **Weltordnung** auch jede hierüber gemachte Hypotheſe, wie z. B. die ptolemäiſche, tychoniſche, copernicaniſche Weltordnung.

Durch ſolche Hypotheſen hat man nun vornehmlich die Ordnung desjenigen Syſtems zu erklären geſucht, wozu die Erde ſelbſt, nebſt der Sonne, und den ſogenannten Planeten und Nebenplaneten gehört, welches ſonſt auch den Namen unſers Sonnenſyſtems oder Planetenſyſtems führt, ſ. Sonnenſyſtem. Eine von dieſen Hypotheſen läſt ſich ihrer ungemein hohen Wahrſcheinlichkeit halber als ausgemachte Wahrheit betrachten, und wird daher jetzt von allen als das **wahre Weltſyſtem** angenommen. Sie ſtellt die Sonne als den einzig leuchtenden Hauptkörper und die dunkeln Planeten als Begleiter derſelben dar. Zugleich ſetzt ſie die Fixſterne in unermeßliche Entfernungen. Da nun alle dieſe Fixſterne auch Sonnen ſind, ſo darf man vermuthen, daß jeder derſelben ebenfalls von Planeten umgeben ſey, und mit ihnen ein ähnliches Syſtem,

wie das unſrige, bilde, worauf ſich die fernern Muthmaſſungen über den Bau der Fixſternhimmel gründen, ſ. Weltgebäude.

In gegenwärtigem Artikel will ich zuerſt eine kurze Geſchichte der vornehmſten Weltordnungen vortragen, dann aber bey der copernicaniſchen insbeſondere ſtehen bleiben, und endlich mit einer tabellariſchen Ueberſicht der im Weltſyſtem vorkommenden Größen und Bewegungen der Hauptplaneten beſchließen.

Weltordnungen der Alten. Ptolemäiſches Syſtem.

Nur durch das Geſicht allein, und mit unzählbaren optiſchen Täuſchungen, können wir die Weltkörper beobachten, ſ. Geſichtsbetrüge. (Th. II. S. 467. 468.). Die ſcheinbaren Bewegungen der Planeten ſind ſo verwickelt, daß man ſie bey reiferm Nachdenken ſchlechterdings nicht für die wahren halten kann. Es kömmt alſo auf eine Hypotheſe an, welche ſie alle hinreichend erklärt, und doch das wahre Ganze in eine einfache Ordnung bringt. Dieſe zu finden, war nun nicht das Werk weniger Jahre, noch eines gemeinen Verſtandes.

Die vornehmſten aus einer ſolchen Hypotheſe zu erklärenden Erſcheinungen ſind die tägliche Umdrehung des Himmels, der jährliche Umlauf der Sonne, die auf der Schiefe beyder Bewegungen gegen einander beruhende Verſchiedenheit der Tageslängen und Jahrszeiten, und die eigne Bewegung der Planeten. Bey der letztern bemerkt man das Sonderbare, daß Mars, Jupiter und Saturn am geſchwindeſten gehen, wenn ſie bey der Sonne ſind, alsdann langſamer fortrücken, endlich ſtillſtehen, und, indem ſie der Sonne gegenüber kommen, gar zurückgehen; Venus und Merkur hingegen ſich nie über gewiſſe Grenzen von der Sonne entfernen, an dieſen Grenzen allemal umkehren, und wieder bey der Sonne vorbey auf ihre andere Seite gehen, wozu noch kömmt, daß alle Planeten größer ausſehen, wenn ſie zurückgehen, und kleiner, wenn ſie rechtläufig ſind, wie dies vorzüglich beym Mars und der Venus ungemein ſtark in die Augen fällt.

Die Unbeweglichkeit der Erde ſcheint durch das deutliche Zeugniß der Sinne beſtätigt zu werden. Natürlich muſten alſo die erſten Beobachter des Himmels alle erwähnte Bewegungen der Geſtirne für wirklich halten, und auf die Erde als einen ruhenden Mittelpunkt beziehen. Dennoch ſollen die beſondern Erſcheinungen der Venus und des Merkur nach des **Makrobius** Zeugniſſe (Somn. Scip. I. 19.) ſchon die ältern Egyptier bewogen haben, dieſen beyden Planeten einen Umlauf um die Sonne zuzuſchreiben. In der That muß auch die Betrachtung ihres Laufs, der die Sonne ſtets begleitet, gar bald auf eine ſolche Vermuthung führen. Man giebt dieſer Weltordnung, die nur Venus und Merkur um die Sonne, alle übrigen Bewegungen aber um die ruhende Erde gehen läſt, gewöhnlich den Namen der **egyptiſchen**. **Vitruv** (De architectura IX. 4.) und **Martianus Capella** (De nuptiis Philologiae et Mercurii L. VIII.) tragen ſie ebenfalls vor, ohne jedoch der Egyptier zu erwähnen. Sehr wahrſcheinlich hat ſie in der Folge zu denjenigen Syſtemen Anlaß gegeben, welche alle Planeten überhaupt um die Sonne gehen ließen.

Unter den Griechen kam man ſchon viel weiter. Es iſt entſchieden gewiß, daß die pythagoräiſche oder italiſche Schule bereits die Bewegung der Erde behauptet hat. **Ariſtoteles** (De caelo II. 13.) ſchreibt dieſe Lehre den Pythagoräern ausdrücklich zu, und giebt ihnen dabey mit vieler Mißbilligung eine große Menge von Ungereimtheiten Schuld. **Pythagoras** ſelbſt ſcheint zwar nach dem, was **Plinius** (Hiſt. nat. II. 12.) und **Cenſorin** (De die natali c. 13.) von ſeiner Vergleichung der Planetenabſtände mit den muſikaliſchen Intervallen erzählen, eher die Erde in den Mittelpunkt geſetzt zu haben. Aber **Montucla** vermuthet, er habe die wahre Weltordnung als eine geheimere Lehre unter dem Symbol eines im Mittel der Welt befindlichen Feuers verborgen, bis erſt ſpäter ſein kühnerer Nachfolger **Philolaus** gewagt habe, ſie öffentlich vorzutragen.

Es ſcheint unter den Alten faſt eben ſo, wie in neuern Zeiten bey Wiederherſtellung dieſes Syſtems, verſchiedene Meinungen über daſſelbe gegeben zu haben. Denn von einigen wird blos erwähnt, daß ſie der Erde eine Umdrehung um die Axe beygelegt, und hieraus die tägliche Bewegung erklärt haben. Dabey konnten ſie noch immer die Erde als den Mittelpunkt des Umlaufs der Sonne und der eignen Bewegungen der Planeten anſehen. Dieſe Meinung legt **Plutarch** (De placitis philoſ. III. 13. 17) dem **Heraklides** von Pontus, **Ekphantus** und **Seleukus** von Erythräa bey. So erzählt auch **Cicero** die Behauptung des **Nicetas** von Syrakus (Nicetas Syracuſius, ut ait Theophraſtus, caelum, ſolem, lunam, ſtellas, ſupera denique omnia ſtare cenſet, neque praeter terram rem ullam in mundo moveri, quae cum circa axem ſe ſumma celeritate convertat et torqueat, eadem effici omnia, quaſi ſtante terra caelum moveretur. *Cic.* Quaeſt. Acad. IV. 39.), wobey offenbar blos von der täglichen Bewegung die Rede iſt. Andere aber gaben zugleich der Erde einen Umlauf um die Sonne. Dies erzählen Diogenes und Plutarch vom **Philolaus** von Crotona, **Archytas** von Tarent und **Timäus** von Lokris. Eben das iſt auch, wie Archimed im Arenarius anführt, vom **Ariſtarch** von Samos ſehr beſtimmt gelehrt, und vom **Plato** ſelbſt im ſpätern Alter angenommen worden. Plutarch verſichert, dieſer große Weltweiſe habe bedauert, in ſeinen frühern Schriften der Erde einen ganz unſchicklichen Platz im Mittel des Ganzen angewieſen zu haben. Er beruft ſich hiebey auf das nicht unwichtige Zeugniß des **Theophraſt**, welcher eine anjetzt verlohrne Geſchichte der Aſtronomie geſchrieben hatte. Mit der Bewegung der Erde um die Sonne iſt der Umlauf der übrigen Planeten um eben dieſelbe ſo genau verbunden, daß man auch den letztern als eine Lehre der Pythagoräer anſehen muß, wenn gleich deſſen bey den Schriftſtellern nicht ausdrücklich gedacht wird. Man betrachtet daher das ganze copernicaniſche Syſtem als eine Meinung der italiſchen Schule, auch iſt es von **Jſmael Boulliaud** unter dem Namen des Philolaus (Philolaus, libr. IV. Amſt.

1639. 4. Aſtronomia Philolaica. Paris, 1645. fol.) vorgetragen worden.

Inzwiſchen blieb doch bey weitem der größte Theil der griechiſchen Philoſophen und Aſtronomen bey dem ſinnlichen Scheine und der Unbeweglichkeit der Erde ſtehen. Ariſtoteles (De caelo L. I. et II.) vertheidigt dieſe Lehre mit vielen, obgleich unbedeutenden Gründen, und beſchuldigt die italiſchen Weltweiſen, daß ſie die Phänomene nach ihren Hypotheſen dreheten, anſtatt ſie aus denſelben zu erklären. Dieſer dreiſte Widerſpruch hat bey der großen und allgemeinen Verehrung der ariſtoteliſchen Sätze der guten Sache ungemein geſchadet, und noch in neuern Zeiten die ſchnellere Verbreitung der wiedergefundenen Wahrheit verhindert. Nach einer Stelle des Plutarch (De facie in orbe Lunae) müſte ſchon bey den Griechen die Bewegung der Erde als ein ketzeriſcher Lehrſatz betrachtet worden ſeyn. Es ſoll nemlich Ariſtarch von Samos geſagt haben, der Stoiker Kleanthes verdiene von den Griechen der Irreligion (ἀσεβείας) angeklagt zu werden, weil er die Feſtigkeit der Erde läugne (ὡς κινοῦν τοῦ κόσμου τὴν ἑςίαν). Da aber Ariſtarch nach den einſtimmigſten Zeugniſſen des Archimedes und anderer, ja nach einigen Stellen des Plutarch ſelbſt, ein einſichtsvoller Vertheidiger der Bewegung der Erde war, ſo ſind hier offenbar die Namen verfälſcht oder verwechſelt, und die Glaubwürdigkeit der Stelle bleibt ungewiß, wiewohl ſie immer zeigt, daß die Idee von Verbindung ſolcher Sätze mit der Religion ſchon im Alterthum gefunden werde.

Man ordnete um dieſe in der Mitte ruhende Erde die ſieben Bahnen des Monds, des Merkur, der Venus, der Sonne, des Mars, Jupiter und Saturn, und umgab dies alles mit der achten Sphäre der Fixſterne. Die Venus und den Merkur ließen zwar einige um die Sonne laufen; die meiſten aber führten ſie in Kreiſen um leere Mittelpunkte, und ließen dieſe Punkte mit der Sonne zugleich um die Erde gehen, wodurch die Erſcheinungen ebenfalls erklärt werden. Dabey ward es ſtreitig, ob dieſe beyden Planeten auſſerhalb oder innerhalb der Sonnenbahn um die Erde

liefen. Zu **Platons** Zeiten nahmen die meiſten das letztere an. In dieſer Geſtalt wird nun das alte griechiſche Syſtem im Almageſt des **Ptolemäus** dargeſtellt, und mit großer aſtronomiſcher Geſchicklichkeit zur Erklärung der Phänomene angewendet. Es hat auch daher den Namen des **ptolemäiſchen** bekommen. Zwar war die Anordnung des Ganzen ſchon ſeit mehrern Jahrhunderten herrſchend angenommen, und die Theorie der Sonnenbahn bereits von **Hipparch** ausgearbeitet; was aber den Lauf des Mondes und der Planeten betrift, iſt ganz eigentlich das Werk des Ptolemäus ſelbſt.

Dieſer Aſtronom unternimmt im neunten Buche (c. 1. 2.) zu beweiſen, daß die Erde unbewegt im Mittel ſtehen müſſe. Die meiſten ſeiner Gründe ſind von dem Mangel einer Parallaxe der Fixſterne hergenommen. Merkur und Venus ſetzt er unter die Sonne, um ſie als ihre beſtändigen Begleiter nicht auf einerley Seite mit den übrigen, die ihr bisweilen entgegengeſetzt ſind, zu bringen. Ueberhaupt gründet er die Ordnung der Planeten darauf, daß derjenige näher ſtehe, welcher ſeinen Kreislauf ſchneller vollende, wie man am Monde und der Sonne ſehe, wovon jener offenbar näher ſey, weil er die Sonne verfinſtere, ingleichen am Saturn, der am langſamſten gehe, und zugleich wegen ſeines ſchwachen Lichts für den entfernteſten müſſe gehalten werden. Die obern Planeten läſt er in Epicykeln gehen, wie EFGH, Taf. XXVI. Fig. 78, deren Mittelpunkt D ſich in dem eccentriſchen Kreiſe EABG bewegt. Die Erde T ſteht vom Mittelpunkte C um die Eccentricität CT ab, und jenſeit C liegt in gleicher Weite der Punkt M, um welchen der Epicykel mit immer gleicher Winkelgeſchwindigkeit umläuft. Die Bahn DABD wird während der mittlern Umlaufszeit des Planeten zurückgelegt; der Epicykel aber wird ſo durchlaufen, daß der Planet bey jeder Zuſammenkunft mit der Sonne in H, und bey jeder Oppoſition in F iſt. Hieraus erklärt ſich der ſchnelle Lauf bey H, wo ſowohl der Mittelpunkt D, als auch der Planet ſelbſt, beyde nach E zu gehen; der Rückgang in F, wo der Planet im Epicykel ſchneller rückwärts-

nach G zu geht, als der Mittelpunkt D vorwärts gegen E rückt; und der zweymalige Stillſtand zwiſchen EF und FG, deſſen Orte im zwölften Buche des Almageſts geometriſch beſtimmt, und mit den Beobachtungen übereinſtimmend gefunden werden. Da der Punkt D bey A langſamer, bey B ſchneller fortgeht, ſo erklären ſich daraus auch die Ungleichheiten der Stillſtände und Rückgänge in den verſchiedenen Theilen der Bahn, wenn man CT = CM der Größe und Lage nach ſo annimmt, wie es die Beobachtungen verlangen

Für Venus und Merkur folgt der Mittelpunkt D dem Umlaufe der Sonne, und der Epicykel wird in der Zeit zwiſchen zwo auf einerley Seite der Sonne ſtatt findenden gröſten Elongationen durchlaufen. Für Merkur und Mond muß noch die Lage der Eccentricität veränderlich genommen, auch für jenen der Mittelpunkt der gleichförmigen Winkelbewegung von D zwiſchen C und T geſetzt, und zur Erklärung der Breiten ein Schwanken des eccentriſchen Kreiſes ſupponirt werden.

Daß dies ſehr verwickelt ſey, läugnet Ptolemäus (XIII. 2.) ſelbſt nicht. Er ſagt aber, die Weltkörper wären lange nicht ſo ſchwer zu bewegen, als es uns fiele, ihre Bewegungen zu begreifen; das Einfache im Weltbau ſey von anderer Art, als in den Werken der Menſchen; und hier müſſe die genaue Darſtellung der Phänomene allen andern Rückſichten vorgezogen werden.

Phyſiſche Mittel, alle dieſe wunderbaren Bewegungen zu bewirken, giebt das Almageſt gar nicht an. Die Meinung von den in einander ſteckenden durchſichtigen Sphären, welche ſich wie Zwiebelſchalen drehen und die Planeten mit ſich herumführen ſollen, gehört vielmehr dem weit ältern **Eudoxus** zu. Ariſtoteles (Metaphyſ. XII. 8.) führt ſie mit Beyfall an; daher die Bücher des 16ten Jahrhunderts voll von ihr ſind. Eudoxus gab jedem Planeten vier Sphären, deren eine die tägliche Umdrehung, eine die eigne Bewegung, eine die Veränderungen der Breite, und noch eine die Stillſtände und Rückgänge bewirkte. Da für Sonne und Mond nur drey nöthig waren, ſo zählte er

deren 26, welche aber hernach von Kallippus und Polemarch mit Beyſtimmung des Ariſtoteles auf 56 vermehrt wurden. So frey das Almageſt von dem Vorwurfe dieſer thörichten Einbildung iſt, ſo kan man doch bey vorausgeſetzter Unbeweglichkeit der Erde die tägliche Umdrehung aller Geſtirne ſchwerlich anders, als durch Einſchließung derſelben in ſolche Sphären erklären, weil ſich ſonſt keine Verbindung angeben läſt, welche alle Sterne zugleich in parallelen Kreiſen um die Pole zu gehen nöthigte.

In der Folge wichen die Beſtimmungen dieſes Syſtems immer mehr vom wahren Himmelslaufe ab, je länger man die Beobachtungen fortſetzte, und je mehr man Ungleichheiten in den Bewegungen der Weltkörper wahrnahm. Die Araber, welche faſt alle die ptolemäiſche Weltordnung annahmen, fanden ſich zu mancherley Zuſätzen bewogen. Man muſte die Sonnenfernen fortrücken laſſen, den Mittelpunkten der eccentriſchen Kreiſe neue Bewegungen geben, oder auch neue Epicykel über die vorigen ſetzen. Dadurch ſtieg die Verwickelung ſo hoch, daß ſie gar wohl den König von Caſtilien Alfons X. zu dem bekannten unbeſonnenen Ausſpruche kan bewogen haben (Si a principio creationis humanae Dei altiſſimi conſilio interfuiſſet, nonnulla melius ordinatiusque condita fuiſſe. *Roderic. Sanctius* Hiſtor. Hiſpan. P. IV. c. 5).

Dennoch herrſchte dieſes Syſtem mit allem angehangnen Flickwerk auch nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften im Occident ohne Ausnahme. Die ſtarke Ueberredung von der Unbeweglichkeit der Erde, die der ſinnliche Schein gewährt, das Almageſt, welches damals die Hauptquelle der aſtronomiſchen Kenntniſſe ausmachte, und die abergläubiſche Verehrung des Ariſtoteles waren die feſten Stützen, auf welchen es bis zur Mitte des 16ten Jahrhunderts ganz unerſchüttert ruhete.

Copernicaniſche Weltordnung.

Nikolaus Copernicus war zu Thorn am 19 Jänner 1472 aus einem edlen Geſchlechte gebohren. Der große Ruf, den Regiomontan durch die Sternkunde erlangt hatte,

trieb ihn an, ſich eben dieſem Studium zu widmen, das er in Krakau, vorzüglich aber in Bologna unter dem Dominikus Maria von Ferrara erlernte. Er hatte einige Zeit in Rom als Profeſſor der Mathematik gelehrt, als ihm ſeiner Mutter Bruder, damaliger Biſchof von Wermeland, ein Canonicat im Domſtifte Frauenburg verſchafte, wodurch er hinreichende Muſſe erhielt, ſich der Sternkunde ganz zu widmen.

Hiebey fielen ihm die Schwächen des alten Syſtems lebhaft in die Augen. Die Verwickelung der ptolemäiſchen Hypotheſen, der gänzliche Mangel an Symmetrie und Ordnung, und das Ungeheure der Vorſtellung, daß ſich eine ſolche Maſchine ſo ſchnell um die Axe drehe, als zur täglichen Bewegung erfordert wird; alles dies empörte ſich gegen den Gedanken, daß dieſe Anordnung das wahre Werk der ſo einfachen Natur darſtellen könne. Er beſchloß daher, aus den Schriften der Alten alle Meinungen vom Weltbau zu ſammlen und zu vergleichen. Hiebey fand er im Plutarch die Behauptungen der Pythagoräer, beſonders des Philolaus. Die Idee, daß die tägliche Bewegung blos ſcheinbar ſey, und durch die Umdrehung der Erde um ihre Axe bewirkt werde, feſſelte ihn durch ihre Simplicität ſo unwiderſtehlich, daß er ſich ihr ſogleich ergab, ob er gleich Anfangs noch zu furchtſam war, auch den jährlichen Lauf der Sonne für ſcheinbar zu erklären. Als er aber in der Folge beym Martianus Capella fand, man habe ſchon im Alterthum Venus und Merkur um die Sonne gehen laſſen, ſo ſchien ihm dies gleichſam ein Stral eines ganz neuen Lichts; denn die Folgen dieſer Vorausſetzung treffen mit den Erſcheinungen ſo auffallend zuſammen, daß jeder von Vorurtheil freye Verſtand das Wahrſcheinliche dabey bemerken muß. Copernicus erſtreckte dies bald weiter auf Mars, Jupiter und Saturn, und ward mit unbeſchreiblichem Vergnügen gewahr, daß, wenn dieſe Planeten um die Sonne giengen, ſich ihre Stillſtände, Rückgänge, verſchiedenen ſcheinbaren Größen ꝛc. von ſelbſt, und ohne alle Epicykel, erklärten. Da nun ſo ſchon die meiſten kleinern Körper um den größten und glänzendſten bewegt wurden,

ſo war es natürlich, ihnen noch die Erde ſelbſt zuzugeſellen, und dieſe in einer eignen Bahn zwiſchen den Bahnen der Venus und des Mars ebenfalls um die Sonne zu führen. Copernicus bemerkte mit Bewunderung die große Simplicität dieſer Anordnung, und ob er gleich ſahe, daß ſich die Phänomene auch durch den Umlauf der Sonne erklären ließen, wenn dieſe als Mittelpunkt die Bahnen der andern Planeten mit ſich herumführte, ſo ſchien ihm doch dies die ſchöne Harmonie des Ganzen zu ſtören, in welchem nun alle kleinern Körper ohne Ausnahme um den gröſten liefen, und nur der einzige Mond ein Begleiter der Erde blieb. Durch dieſe Betrachtungen fand er ſich ſchon um das Jahr 1507 überzeugt. Eine lange Reihe von Beobachtungen aber, wodurch er ſein Syſtem in allen beſondern Umſtänden prüfte und beſtimmte, gab dieſer Ueberzeugung eine unerſchütterliche Feſtigkeit.

So vollendete er ſein Werk (De orbium caeleſtium revolutionibus libri VI.) um 1530, wiewohl er die Bekanntmachung deſſelben noch eine lange Zeit verſchob. Der Ruf davon hatte ſich ſehr verbreitet. Der Cardinal von Schomberg, Biſchof von Padua, erſuchte ihn 1536 ſchriftlich um die Mittheilung ſeiner Sätze: Georg Joachim, insgemein Rhäticus genannt, gab die Profeſſur der Mathematik zu Wittenberg auf, begab ſich nach Frauenburg, und erbot ſich, zu Vollendung der Sache behülflich zu ſeyn. Durch dieſen ſendete Copernicus endlich das Werk nach Deutſchland, wo es zu Nürnberg 1543. fol. mit einer Zueignungsſchrift an den Pabſt Paul III. gedruckt ward. Er ſtellt in ſelbiger die Sache blos als Hypotheſe vor, die die Phänomene erkläre und den Weltbau in eine faßlichere Ordnung bringe; aber das Werk ſelbſt lehrt deutlich, daß er dieſe Weltordnung mit Ueberzeugung für die einzige wahre und mögliche erkannt habe. Er konnte von den Eindrücken, welche ſeine Behauptungen machten, nicht Zeuge ſeyn: denn ein Blutſturz endigte ſein Leben plötzlich am 24 May 1543, noch ehe ſein Werk die Preſſe völlig verlaſſen hatte (ſ. *Ge. Joach. Rhetici* narratio de libris revol. caeleſt. Copernici, Gedani, 1546. 4).

Die copernicaniſche Weltordnung ſtellt die Sonne ins Mittel, und läſt um dieſelbe Merkur, Venus, die Erde, Mars, Jupiter und Saturn in eccentriſchen Kreiſen laufen, deren Halbmeſſer der Ordnung nach faſt, wie die Zahlen 4, 7, 10, 15, 52, 95 wachſen müſſen. Alle dieſe Bahnen werden nach einerley Richtung, die kleinern in kürzern, die größern in längern Zeiten durchlaufen. Die Erde, indem ſie die ihrige in einem Jahre zurücklegt, dreht ſich zugleich täglich um eine ſich immer parallel bleibende Axe, welche mit jeder auf die Ebne der Bahn lothrechten Linie einen Winkel von $23\frac{1}{2}°$ macht. Sie wird in ihrem Laufe vom Monde begleitet, welcher um ſie monatlich einen Kreis nach eben der Richtung beſchreibt, deſſen Halbmeſſer im Verhältniſſe mit den obigen Zahlen etwa $\frac{1}{40}$ betragen würde. Auch fallen alle dieſe Bahnen nicht vollkommen in einerley Ebne, obgleich die Winkel, um welche ſie ſich gegen einander neigen, nur wenige Grade betragen.

Ich halte für unnöthig, hievon eine Abbildung beyzufügen. Die wahren Verhältniſſe darinn auszudrücken, wäre ohne Verſchwendung des Raums nicht möglich; ohne dieſe Verhältniſſe aber bleibt jedes Bild weit hinter dem zurück, was ſchon die bloßen Worte viel deutlicher ſagen. Die Erklärungen der Phänomene aus dieſem Syſtem werde ich unten in einem eignen Abſchnitte zuſammenſtellen.

Des Copernicus Werk ward zwar von einigen der beſten Aſtronomen mit Beyfall aufgenommen. **Rhäticus** beſorgte zu Baſel (1566. fol.) eine neue Auflage deſſelben. **Erasmus Reinhold**, Profeſſor zu Wittenberg, berechnete nach dem Syſtem und den Beobachtungen des Copernicus neue Tafeln (Tabulae Prutenicae caeleſtium motuum. Wittemb. 1551. 4.), **Chriſtoph Rothmann** verbeſſerte in ſeiner Aſtronomie die ptolemäiſchen Hypotheſen nach dieſem Syſtem, und **Mäſtlin** ſoll nach **Weidlers** Anführen (Hiſt. aſtr. p. 396.) durch eine in Italien gehaltene Rede ſelbſt den großen Galilei zuerſt zum Copernicaner gemacht haben. Auf dieſe wenigen Namen aber ſchränkt ſich auch das ganze Verzeichniß der Copernicaner des 16ten Jahrhunderts ein, und ſelbſt **Mäſtlin** trägt in

ſeinem Lehrbuche (Epitome Aſtronomiae. Heidelb. 1582. 8.) nur das ptolemäiſche Weltgebäude vor. Man ſieht wohl, daß dieſe Aufnahme ſehr kaltſinnig war, weil man den Muth nicht hatte, ſich über den ſinnlichen Schein und die verjährten Vorurtheile des Anſehens zu erheben; vielleicht auch, weil Furcht und Mißtrauen manchen abhielt, ſich den Machtſprüchen der Schule zu widerſetzen, welche die Unbeweglichkeit der Erde aus dem Ariſtoteles und einigen buchſtäblich erklärten Stellen der heiligen Schrift mit vermeinter Unfehlbarkeit behauptete.

Inzwiſchen hatte doch Copernicus die Mängel der alten Weltordnung fühlbarer gemacht. Man ſahe ein, daß mit dieſer nicht mehr auszureichen ſey, und bemühte ſich daher, neue Syſteme zu erdenken, an welchen die damalige Zeit ſehr fruchtbar ward. Unter dieſe gehört nun auſſer denen von **Fracaſtori, Raimund Urſus** u. a. auch die Hypotheſe des **Tycho de Brahe**. Dieſer große praktiſche Aſtronom ſuchte einen Mittelweg zwiſchen dem alten und neuen Syſtem, indem er aus dem letztern ſoviel annahm, als immer möglich war, ohne dem Ariſtoteles und der damaligen Schriftauslegung zu widerſprechen.

Tychoniſches Weltſyſtem.

Tycho de Brahe (De mundi aetherei recentioribus Phaenomenis liber ſecundus. Vranib. 1588. 4 maj. und nachher Pragae, 1603.) ſetzte zwar die Erde unbewegt ins Mittel, und ließ um ſie den Mond und in größerer Entfernung die Sonne umlaufen: den übrigen fünf Planeten aber gab er Bahnen, welche um die Sonne giengen, deren Mittelpunkt alſo durch die Bewegung der Sonne ſelbſt im Kreiſe herumgeführt ward. Man überſieht gar leicht, daß hiedurch die wahre Bewegung der Planeten wiederum in Epicykloiden geſchehen muß, woraus die verſchiedene Geſchwindigkeit nebſt den Stillſtänden und Rückgängen begreiflich wird, ohne die ptolemäiſchen Epicykel zu gebrauchen. Merkur und Venus beſchreiben um die Sonne Kreiſe, deren Halbmeſſer kleiner iſt, als der Halbmeſſer der

Sonnenbahn, ſo daß ſie ſich von der Sonne nie weiter, als um die ſcheinbare Größe dieſer Halbmeſſer entfernen, und zwiſchen ihr und der Erde hindurchgehen können: der Halbmeſſer der Marsbahn iſt größer, als der Halbmeſſer, aber kleiner, als der Durchmeſſer der Sonnenbahn, ſo daß zwar Mars nie zwiſchen Sonne und Erde kömmt, doch aber in den Oppoſitionen der Erde weit näher, als die Sonne, ſteht; die Bahnen des Jupites und Saturns endlich fallen weit über den ganzen Durchmeſſer der Sonnenbahn hinaus.

Schon unter den Alten ſollen einige nicht blos Merkur und Venus, ſondern auch alle übrigen Planeten, um die Sonne geführt haben, wohin das gehört, was (Almageſt. XII. 1.) vom **Apollonius** von Perga angeführt wird, er habe die Stillſtände und Rückgänge aus einem Umlaufe des Mittelpunkts der Hauptbahn erklärt. Denn eine ſolche Erklärung nöthigt unvermeidlich, den Mittelpunkt der Bahnen in die Sonne zu ſetzen. Inzwiſchen hat **Tycho** die Idee des Umlaufs um die Sonne nicht von den Alten, ſondern von **Copernicus** ſelbſt angenommen, den er nie anders, als mit Hochachtung, nennt. In einem andern Werke (Aſtronomiae inſtauratae Progymnaſmata. Vranib. et Prag. 1602. 4. p. 661.) räumt er ein, daß ſich der Lauf der Planeten aus der bloßen Bewegung der Erde weit leichter und kürzer, als aus den Epicykeln des Ptolemäus erklären laſſe, daß Copernicus viele Thorheiten und widerſprechende Sätze der Alten verbeſſert habe, und daß ſein Syſtem weit genauer mit dem Himmel übereinſtimme. Nur, ſetzt er hinzu, bleibe das Zeugniß der heiligen Schrift ein unüberwindliches Hinderniß gegen dieſe Weltordnung; und eben dies iſt auch der vornehmſte Grund, mit welchem er dieſelbe in ſeinen Briefen an **Rothmann** beſtreitet. Nimmt man aber aus der copernicaniſchen Ordnung blos die Bewegung der Erde hinweg, ſo iſt das, was übrig bleibt, ganz genau das Syſtem des Tycho.

Dennoch wollte dieſer große Aſtronom den Schein nicht haben, als ob ſeine Hypotheſe eine bloße Abänderung der copernicaniſchen ſey. Er erzählt vielmehr, ſeine genauen

Beobachtungen der Parallaxe des Mars hätten ihm 1582 gezeigt, daß uns dieſer Planet in der Oppoſition weit näher als die Sonne ſtehe — ein Umſtand, der mit dem ptolemäiſchen Syſtem ganz unverträglich iſt. Da er alſo weder dieſes, noch das copernicaniſche, annehmen könne, ſo bleibe ihm nichts übrig, als den Mars, und ſo auch die übrigen Planeten um die Sonne, dieſe aber um die Erde zu führen.

Tychons Hypotheſe erklärt zwar die Erſcheinungen völlig; aber immer noch durch höchſt verwickelte und unnatürliche Bewegungen. Wer die tägliche und eigne Bewegung beyde als wirklich annimmt, der muß die Sonne ſo wohl, als die Planeten, in ſteten Schraubengängen oder Spiralen um die Erde führen. Welche Mechanik kann einen ſolchen Lauf durch Kräfte begreiflich machen? Da die Abſtände der Himmelskörper von uns veränderlich ſind, ſo müßten dieſe Schraubengänge bald enger, bald weiter werden; auch dürfen ſie nie über die Wendekreiſe oder den Thierkreis ausſchweifen, ſondern die Körper müſſen ſich, ſobald ſie eine gewiſſe Grenze erreicht haben, in neuen Schraubengängen zurückwinden. Niemand hat es gewagt, dieſe Gänge ſelbſt zu betrachten; alle tychoniſchen Planetentheorien ſetzen die tägliche Bewegung ganz bey Seite, und beſchäftigen ſich blos mit der eignen, die ſie als abſtrahirt anſehen. Die Mechanik des Himmels müſte in dieſem Syſtem jedes gefundene Reſultat noch beſonders durch eine neue Bewegung um die Weltpole abändern.

Inzwiſchen ward dieſes Syſtem mit weit ausgebreitetem Beyfall aufgenommen, und verdrängte wenigſtens die alte Weltordnung gänzlich. Seit dieſer Zeit theilten ſich die Aſtronomen nur in Copernicaner und Tychoniker, zu welchen letztern **Riccioli**, **Rheita**, **Morin**, **Dechales** und viele andere gehören. Aber ſelbſt **Longomontan**, ein berühmter Schüler des Tycho (Aſtronomia Danica Amſt. 1622. 4.) gieng von ſeinem Lehrer wenigſtens darinn ab, daß er die tägliche Bewegung aus einer Umdrehung der Erde herleitete: weil er ſich nicht entſchließen konnte, dem ganzen Weltbau eine ſo ſchnelle Rotation beyzulegen,

deren Schwung Sterne und Planeten zerſtreuen muß, wenn man nicht feſte Sphären annehmen oder den Sternen mit den Alten geiſtige Weſen (Deos motores) zuordnen will. Bey dieſer Meinung, der auch Origanus, Argolus u. a. beypflichten, werden die Schraubengänge großentheils vermieden, und die Schwierigkeiten vermindert; wer aber einmal ſo weit gegangen iſt, die Erde umzudrehen, dem bleiben wenig Urſachen übrig, an ihrem Umlaufe um die Sonne zu zweifeln.

Beſtätigung des copernicaniſchen Syſtems.

Zu Anfange des ſiebzehnten Jahrhunderts erſchien endlich auf einmal der günſtigere Zeitpunkt für die Sätze des Copernicus. Das neuerfundene Fernrohr in den Händen des Galilei zeigte durch den Augenſchein das Ab- und Zunehmen der Venus und des Merkurs, das Daſeyn der Jupitersmonden, die Aehnlichkeit des Monds mit der Erde, die Flecken der Sonne und deren Umdrehung um ihre Axe. Es ward nun unwiderſprechlich gewiß, daß Venus und Merkur um die Sonne laufen, daß alle Planeten dunkel ſind und von der Sonne erleuchtet werden, daß ſich Weltkörper um Axen drehen können, daß die Erde nebſt ihrem Monde ſich in völlig gleichem Falle mit dem Syſtem des Jupiters und ſeiner Monden befinde, und daß die Sonne, als der einzige leuchtende und bey weitem gröſte Körper ſich vor allen übrigen als der vornehmſte des Syſtems auszeichne. Zugleich hatte Galilei die Lehre von der Bewegung mehr aufgeklärt, und überhaupt die Schwäche mancher ariſtoteliſchen und ſcholaſtiſchen Sätze deutlich erwieſen. Dieſer große und ſcharfſinnige Geiſt ſchwang ſich über alle Vorurtheile empor, und begünſtigte die Ausbreitung der copernicaniſchen Weltordnung, welche nun anfieng, allgemein einleuchtend zu werden.

Jetzt erſt erhob ſich das Vorurtheil gegen dieſen bisher verachteten Feind, den es ſo unerwartet mit neuen und unbezwinglichen Waffen gegen ſich auftreten ſahe. Man ſuchte durch Auctoritäten zu erhalten, was man mit Gründen nicht länger vertheidigen konnte. Im Jahre 1615 er-

klärte die zur Büchercenſur verordnete Congregation der Cardinäle zu Rom die copernicaniſche Weltordnung für ſchriftwidrig und ketzeriſch, verdammte alle Stellen der Bücher de revolutionibus, welche das Syſtem als Thatſache darſtellen, beſonders die zwey Capitel, die des Ariſtoteles Gründe für die Unbeweglichkeit der Erde widerlegen, und die hieher gehörigen bibliſchen Stellen betreffen, verbot auch die dem Copernicus beypflichtenden Schriften des Foſcarini, und einiger andern.

Galilei ſelbſt, deſſen Entdeckungen und Aeuſſerungen dieſer neuen Meinung ſo vortheilhaft waren, ward noch in eben dem Jahre nach Rom vorgeladen, und entgieng der drohenden Gefahr nur durch die Erklärung, daß er bey der alten Lehre bleibe. Er dachte aber von nun an auf Mittel, die Wahrheit ſelbſt mit Genehmigung ihrer Gegner zu verbreiten. In dieſer Abſicht ſchrieb er eine ſchöne Vertheidigung des copernicaniſchen Syſtems, und erklärte in der Vorrede derſelben: „Da man auswärts geglaubt, „und ſelbſt in Schriften zu erkennen gegeben habe, es ſey „die Verurtheilung dieſer Sätze das Werk eines Tribunals „geweſen, welchem die Gründe, ſo man dafür anführen „könne, gänzlich unbekannt geblieben wären: ſo wolle er „vielmehr zeigen, daß die italiäniſchen Lehrer mit dieſen „Gründen eben ſo gut, als die gelehrteſten Ausländer, „bekannt wären.“ Eine ſo geſchickte Wendung verſchaffte ihm die Erlaubniß des Drucks ſeiner vortreflichen Geſpräche über die Weltordnungen (Dialogo di *Galileo Galilei* delle due maſſime ſiſteme del mondo, Tolemaico e Copernicano, in Firenze, 1632. 4.) welche in der lateiniſchen Ueberſetzung des Matthias Bernegger (Dialogi de ſyſtemate coſmico, 1635. Lugd. 1641. 4.) allgemein geleſen wurden. Dieſe Schrift macht nebſt einer andern ſchon vorher erſchienenen (Novantiqua SS. Patrum et probatorum Theologorum doctrina, de ſacrae ſcripturae teſtimoniis in concluſionibus mere naturalibus temere non uſurpandis, ital. et lat. Aug. 1636. 4.) die glorreichſte Vertheidigung des Copernicus aus.

Die große Wirkung dieſer Schriften und das Lächerliche, das ſie über die Meinung der Gegner verbreiteten, zog dem Galilei das Unglück zu, ſich ſchon im Jahre 1632 zu Rom vor dem Tribunal der Inquiſition ſtellen zu müſſen, wogegen ihn der Großherzog von Toſcana, ſein Landesherr und Gönner, nicht zu ſchützen wagte. Er muſte ſich, nachdem man ihn faſt ein Jahr lang mit leidlichem Gefängniß in der Wohnung des franzöſiſchen Geſandten belegt hatte, am 20 Jun. 1633 zu einem förmlichen Widerruf verſtehen, wovon man die Urkunde nebſt dem Decret der Inquiſition beym Riccioli (Almag. nov. Tom. II. L. 9. ad fin.) findet. Er ward hierauf zu lebenslänglichem Gefängniß verurtheilt, welches man jedoch im folgenden Jahre in eine Einſchränkung ſeines Aufenthalts auf das florentiniſche Gebiet verwandelte, wo er bis an ſeinen 1642 erfolgten Tod auf ſeinem Landſitze Arcetri wohnte.

Inzwiſchen erhoben ſich überall heftige Streitigkeiten. In Frankreich ſchrieb **Morin** wider den Copernicus, den dagegen **Gaſſendi** in einem treflichen Buche über die mitgetheilte Bewegung (De motu impreſſo a motore translato. Lugd. Bat. 1649. 4.) vertheidigte. Auch die Sorbonne wollte das copernicaniſche Syſtem in Unterſuchung ziehen, es ward aber dieſes durch ein einſichtsvolles Mitglied derſelben verhindert. In den Niederlanden ſchrieb **Fromond** in Löwen einen Antiariſtarch und eine Veſta, wogegen **Lansberg** die Bewegung der Erde vertheidigte. Um der Kürze willen nenne ich unter den übrigen Gegnern des Copernicus nur noch den **Riccioli**, als den gelehrteſten, und den **Scipio Claramonti** als den ungeſchickteſten, der den ptolemäiſchen Weltbau vertheidigte, und alle neuere Entdeckungen anzugreifen wagte; unter den Vertheidigern des neuen Syſtems aber den **Bouillaud** (Philolaus. 1639.), **Lipſtorp** (Copernicus redivivus. Lugd. Bat. 1653. 4.), **Wilkins** (Copernic defend'd. London, 1660. 4. Vertheidigter Copernicus, Leipzig 1713. 4.), und was insbeſondere die Schriftſtellen betrift, **Zimmermann** (Scriptura ſacra Copernizans. Frf. 1690. 4.)

Kepler aber, ob er gleich keine eigne und beſondere Vertheidigung dieſes Syſtems unternahm, hat doch durch ſeine wichtigen Entdeckungen (ſ. Kepleriſche Regeln) an dem Siege deſſelben bey weitem den gröſten Antheil. Seine Regeln und alle darauf gebaute Theorien, die man in der Folge ſo vortreflich und mit dem Himmel übereinſtimmend gefunden hat, ſetzen dieſe Weltordnung voraus, und können nur in ihr, aber in keiner andern, ſtatt finden. Ja, was noch mehr iſt, ſie geben ſelbſt dem copernicaniſchen Syſtem erſt ſeine vollkommne Schönheit und Beſtimmtheit, indem ſie die eccentriſchen Kreiſe deſſelben in Ellipſen verwandeln, die Sonne in deren gemeinſchaftlichen Brennpunkt ſtellen, und die Bewegungen ſelbſt auf höchſt einfache und dennoch allgemeine Geſetze bringen. Newton lehrte endlich dieſe Geſetze als nothwendige Folgen der Centralbewegung und Gravitation kennen; überdies haben neuere Entdeckungen, z. B. die der Umdrehung des Jupiters um die Axe, der verminderten Schwere um den Aequator, der abgeplatteten Geſtalt der Erde, der Abirrung des Lichts u. ſ. w. dieſes Syſtem ſo unwiderſprechlich beſtätiget, daß anjetzt jede ernſtliche Beſtreitung deſſelben unfehlbar entweder Zwang, oder Unwiſſenheit und Thorheit, verrathen würde.

Erklärungen der Erſcheinungen im copernicaniſchen Syſtem.

Die tägliche Umdrehung des ganzen Himmels um die Pole von Morgen gegen Abend wird aus der bloßen Umdrehung der Erdkugel um ihre Axe von Abend gegen Morgen begreiflich. Es ſey Taf. XXVI. Fig. 79. pLql die Erde, pq ihre gegen P gerichtete Axe, Ll der Parallelkreis, den der Ort L durch die tägliche Umwälzung um pq beſchreibt; ſo wird CZ, die Scheitellinie von L durch dieſe Bewegung die Seitenfläche eines Kegels CZz beſchreiben, und das Zenith des Orts L wird am Himmel den Kreis Zz durchlaufen, deſſen Punkte ſämmtlich von P gleich weit abſtehen. Da nun hiebey die Geſtirne unbewegt bleiben, ſo muß, z. B. das Zenith von Leipzig in

24 Stunden nach und nach alle die Sterne treffen, welche in einem vom Pole P um $PZ = pL = 38\frac{2}{3}°$ abſtehenden Parallelkreiſe liegen.

Wenn nun aber der Zuſchauer in L durch keinen irdiſchen Umſtand von dem Daſeyn einer Bewegung des Bodens belehrt wird, alſo nach den gewöhnlichen Regeln ſich und die Erde ruhend glaubt, mithin ſein Zenith Z für unbeweglich hält, ſo wird er urtheilen, daß ſich die Sterne im Kreiſe Zz, von denen er einen nach dem andern in Z erblickt, nach der entgegengeſetzten Richtung zZ durch dieſes unbewegte Zenith durchſchieben, oder den Kreis zZ beſchreiben, d. h. er wird die Umdrehung ſeiner ſelbſt, des Bogens pL und ſeines ganzen Mittagskreiſes pLq durch einen Geſichtsbetrug für eine Durchſchiebung der Sterne durch ſein Zenith Z und durch den ganzen unbewegten Mittagskreis PZQz halten. So ſcheint es ihm, als drehe ſich der geſtirnte Himmel um die Weltaxe PQ von Morgen gegen Abend, oder beſtimmter zu reden, nach der Ordnung der Zeichen um.

Der jährliche Umlauf der Sonne in der Ekliptik erklärt ſich eben ſo leicht aus dem Umlaufe der Erde in einer Bahn, welche in der Ebne der Ekliptik liegt. Weil uns der bloße Anblick vom Abſtande der Sonne nicht belehrt, ſo ſcheint uns dieſelbe allemal an den Grenzen der Himmelskugel zu ſtehen, und ſich dem Punkte der Erdbahn, in welchem wir ſelbſt ſind, gegenüber zu befinden. Indem wir nun ſelbſt durch die Bewegung der Erde jährlich im Kreiſe aus der Gegend des Widders in die des Stiers, der Zwillinge u. ſ. w. herumgeführt werden, ſo erſcheint uns die Sonne nach und nach in den Zeichen der Wage, des Skorpions, Schützen u. ſ. w. Da wir uns unſerer eignen Bewegung dabey nicht bewußt ſind, ſo glauben wir, es ſey die Sonne, welche durch alle dieſe Gegenden nach und nach in eben der Ordnung einen Kreis um unſer Auge, d. i. einen gröſten Kreis der Sphäre durchlaufe. Hieraus erhellet nun auch, daß in dieſem Syſtem die Ekliptik nichts anders iſt, als die bis an die Grenzen der ſcheinbaren Himmelskugel erweiterte Ebne der Erdbahn.

Nichts kann einfacher ſeyn, als die ſchöne Erklärung der verſchiednen Taglängen, Sonnenhöhen und Jahrszeiten, welche Copernicus (De revol. I. 11.) aus der Schiefe dieſer beyden Bewegungen gegen einander herleitet, da in den andern Syſtemen das Steigen und Sinken der Sonne äuſſerſt gezwungen durch ſchiefe Drehung der Sphären, durch ſchiefes Widerſteben gegen die tägliche Bewegung, oder durch unnatürliche Schraubengänge erklärt werden muß. Hier bedarf es nur des einfachen Satzes, daß die Axe der Umdrehung, welche mit der Fläche der Ekliptik einen ſchiefen Winkel macht, ſich immer parallel bleibe. Taf. XXVI. Fig. 80. ſey S die Sonne; die punktirte Bahn ♈♋♎♑ ſtelle perſpektiviſch die Erdbahn vor, auf welcher die Erde ſelbſt in vier Stellungen abgebildet iſt. In jeder derſelben behält PQ, die Axe der täglichen Umdrehung, eine gleiche ſich immer parallele Lage. Nun ſey die Erde um die Zeit des längſten Tages in ♑, ſo wird ihr die Sonne dieſer Stelle gegenüber in ♋, oder im Zeichen des Krebſes, erſcheinen. Hier neigt ſich der Nordpol P gerade der Sonne zu; die Folge davon iſt, daß Ll, der Parallelkreis des Orts L in der nördlichen Helfte der Erdkugel (wie die Figur deutlich genug zeigt) durch die Linie, welche die der Sonne zugekehrte oder erleuchtete Halbkugel von der dunkeln abſondert, in ungleiche Theile getheilt wird; daher der Ort L bey der gleichförmigen täglichen Umdrehung durch Ll länger im hellen, als im dunkeln Theile verweilet, mithin längere Tage und kürzere Nächte hat. Zugleich geht die Linie nach der Sonne ♑S nahe bey l vorbey, oder der Ort L ſieht im Mittage die Sonne nahe bey ſeinem Scheitel, alſo in einer großen Mittagshöhe. Zu eben der Zeit fallen die Parallelkreiſe der Südländer, welche Q näher liegen, mehr in die dunkle, als in die erleuchtete Helfte, dieſe Länder haben alſo kürzere Tage und längere Nächte.

Man laſſe nun die Erde bis ♈ fortgehen, wo ſie die Sonne in ♎ ſieht, wie um die Herbſtnachtgleiche geſchieht. Hier fällt genau die in der Figur vorwärtsgekehrte Hälfte des Parallelkreiſes Ll in den hellen, die zurückgewendete in

den dunkeln Theil, und eben ſo iſt es hier mit allen übrigen Parallelkreiſen. Daher haben nun alle Orte der Erdkugel gleiche Tage und Nächte.

Rückt die Erde nach einem Vierteljahre bis ♋, und ſieht die Sonne in ♑, wie zur Zeit der Winterſonnenwende, ſo fällt nun vom Parallelkreiſe Ll nur ein kleiner Theil in die erleuchtete Helfte, und L hat kürzere Tage mit längern Nächten; dagegen iſt der Fall für die Parallelkreiſe gegen den Südpol Q gerade umgekehrt. Jetzt geht auch die Linie nach der Sonne ♋S weit bey L vorbey, d. i. der Ort L ſieht im Mittage die Sonne weit von ſeinem Scheitel in geringer Mittagshöhe. Daß endlich im Stande ♎, wo die Sonne in ♈ oder im Frühlingspunkte geſehen wird, wiederum alle Orte der Erdkugel gleiche Tage und Nächte haben, fällt wie bey ♈, in die Augen.

Es würde ſehr weitläuftig fallen, alle Phänomene dieſes Wechſels auf gleiche Art durchzugehen, obgleich eine ſolche Beſchäftigung, wenn man ſie für ſich ſelbſt vornehmen will, ſehr lehrreich ſeyn wird, um die wahre Bewandniß deſſen einzuſehen, was von Verbindung des Umlaufs mit der Umdrehung der Erde abhängt. Hier will ich nur noch bemerken, daß der Aequator AR in allen Stellen gerade zur Helfte im erleuchteten Theile liegt, alſo immer gleiche Tage und Nächte hat, daß der Nordpol P von ♎ bis ♈ immer im Hellen, von ♈ bis ♎ immer im Dunkeln bleibt, mithin ſein Tag und ſeine Nacht ein halbes Jahr dauern, daß es ſich mit dem Südpol Q auf die entgegengeſetzte Art, übrigens eben ſo verhält, und daß aus der Figur auch ſehr deutlich wird, warum die Orte um P und Q in der Nähe der Stellen ♋ und ♑ perpetuelle ganze Wochen und Monate dauernde Tage und Nächte haben. Dieſe Erklärung iſt eben ſo vollſtändig, als einfach, und trägt gleich an der Stirn das unverkennbare Gepräge der Wahrheit, zumal wenn man dagegen die Erde ruhend annimmt, und nun auf Möglichkeit ſinnt, ſich alles dieſes in eben dem Grade begreiflich zu machen.

Inzwiſchen hat Copernicus hiebey den Fehler begangen, daß er zu Bewirkung der beſtändig parallelen

Lage PQ, auſſer Umlauf und Umdrehung noch eine dritte Bewegung (motum declinationis ſ. Paralleliſmi) für nöthig hält, und der Erde beylegt. Die Mechanik war zu ſeiner Zeit noch unvollkommen, faſt dürfte ich ſagen, gar nicht vorhanden. Sonſt würde er gewuſt haben, daß Umdrehung und Umlauf bey freyer Bewegung nicht in einander wirken, und daß die Axe der Umdrehung durch die Kräfte, die das Fortgehen bewirken, wohl aus der Stelle, aber nicht aus der Lage gebracht wird, daher ihr Parallelbleiben vielmehr Abweſenheit einer dritten Bewegung anzeigt. De la Caille drückt ſich darüber ſehr paſſend aus. (Ergo *ſua natura* axis ſaltem *parallelus* manet, cum immotus manere nequeat, terra ipſa mota. Lection. elem. aſtron. verſ. lat. Sect. II. P. I. c. 1.). Tycho machte den Einwurf, es ſey hart, der groben Erdmaſſe dreyerley Bewegungen zu geben; aber die vermeinte dritte fällt ganz hinweg, und die Sache iſt weit einfacher, als Copernicus ſelbſt dachte.

Inzwiſchen iſt dieſer Irrthum von vielen Neuern nachgeſchrieben worden. Wolf will dieſe dritte Bewegung durch das Beyſpiel eines Schifs erläutern, das um eine Inſel fährt, und deſſen Flagge ſich, wenn ſie immer parallel bleiben ſoll, bey jeder Umfahrt einmal um ihre Spindel drehen muß. In dieſem übelgewählten Gleichniſſe iſt es nicht die Flagge, ſondern die Spindel, die ſich umdreht, weil ſie am Schiffe feſt iſt, bey deſſen Umfahrt allemal das Vordertheil vorangehen, und ſich alſo nach und nach gegen alle Weltgegenden kehren muß. Bey der Erdkugel aber giebt es kein ſolches Vordertheil, das der Structur nach ſtets vorangehen müſte; drehte ſie ſich nicht um die Axe, ſo würde ſie gehen, wie ein Schif, das ſein Vordertheil beſtändig gegen Mitternacht kehrte, bey welchem denn auch die Umdrehung der Flagge an der Spindel wegfallen würde. Zu bedauern iſt, daß dieſer falſche Gedanke nebſt dem hinkenden Gleichniſſe noch in neuern Büchern, die viel geleſen werden, (z. B. Schmidt von den Weltkörpern) wiederholt wird.

Was endlich den Lauf der Planeten betrift, ſo vermeidet zwar ſchon Tychons Syſtem das elende Hülfsmittel der Epicykel dadurch, daß es die Sonne, als den Mittelpunkt der Bahnen, in einem zweyten Kreiſe um die Erde führt: aber weit ſchöner und einfacher iſt die Erklärung des Copernicus, welche den gröſten Theil der ungleichen Geſchwindigkeit nebſt Stillſtand und Rückgang als optiſche Täuſchung des bewegten und doch zu ruhen vermeinenden Zuſchauers betrachtet. Es ſey Taf. XXVI. Fig. 81. in S die Sonne, ABCD die jährliche Bahn der Erde, ab ein Stück der Bahn des Mars oder eines andern obern Planeten; $\delta\alpha\beta$ ſtelle ein Stück der ſcheinbaren Himmelsfläche vor, die man viel weiter, als die Figur angiebt, eigentlich unendlich weit entfernt annehmen muß. Die Richtung AB oder $\beta\alpha\delta$ iſt die Ordnung der Zeichen. Nun befinde ſich die Erde in A, und gehe in einer gewiſſen Zeit nach B; der Planet gehe in eben der Zeit durch ab, welches weit weniger AB, betragen wird, weil die entferntern obern Planeten langſamer als die Erde, gehen. Die Erde A wird den Planeten a in α, der Sonne S gegenüber, oder in Oppoſition mit der Sonne ſehen; kömmt ſie aber nach B, ſo wird ſie ihn, der nun in b ſteht, nach β ſetzen, ſ. Ort optiſcher. Er wird alſo dem Zuſchauer, der ſich ſeiner Bewegung durch AB nicht bewußt iſt, rückläufig von α nach β zu gehen ſcheinen, obgleich ſein wahrer Lauf ab rechtläufig geweſen iſt. Wie ungeſucht bietet ſich dieſe Urſache des Rückgangs bey der Oppoſition mit der Sonne dar! Für die Conjunction gehe die Erde durch CD, indem der Planet durch ab geht, ſo zeigen die optiſchen Orte α und δ, daß derſelbe hier von α bis δ rechtläufig und ſehr ſchnell gehen muß, weil er durch ein kleineres Stück der Bahn, etwa nur durch $\alpha\varepsilon$ würde gegangen ſeyn, wenn die Erde dieſe Zeit über in C ſtill geſtanden hätte.

Man muß hiebey in Betrachtung ziehen, daß $\delta\varepsilon\alpha\beta$ bis an die Fixſterne hinaus, d. i. ohne Grenzen fortzurücken iſt. Unter dieſer Bedingung wird allemal Rücklauf erfolgen, wenn die Geſichtslinien, wie Aa und Bb, in der Gegend ab convergiren; rechtläufiger Gang, wenn ſie, wie

Ca und Db, daſelbſt divergiren; Stilſtand, wenn ſie parallel ſind. Die Größe des Wegs oder die Geſchwindigkeit des Laufs wird dem Winkel dieſer Geſichtslinien gemäß ſeyn. Nach dieſen Grundſätzen laſſen ſich alle Aufgaben über den ſcheinbaren Lauf der obern Planeten übereinſtimmend mit dem Himmel ſelbſt auflöſen.

Für die untern Planeten glaube ich eine beſondere Erklärung erſparen zu können. Stellt man ſich unter T die Erde, unter ABCD den Lauf der Venus oder des Merkurs vor, ſo fällt von ſelbſt in die Augen, daß dieſe Planeten, indem ſie durch DAB gehen, rechtläufig ſcheinen müſſen. Stünde die Erde ſtille in T, ſo würden die Sillſtände erfolgen, wenn die Planeten an die Tangenten kämen, die ſich aus T an die Bahn ABCD ziehen laſſen, und zwiſchen dieſen Stellen in der Gegend um C würde ſich der Rücklauf zeigen. Auch könnten ſich die Planeten von S nie weiter als um das Maaß des Winkels entfernen, den die Tangente mit der Linie ST macht. Bewegt ſich die Erde ſelbſt von T nach t zu, welches in Vergleichung mit dem Laufe der untern Planeten langſam geſchieht, ſo ändert dies im vorigen nichts weiter, als daß der rechtläufige Gang mehr beſchleunigt und verlängert, der Rücklauf hingegen retardirt und abgekürzt wird, und die Stillſtandspunkte ſich ein wenig verrücken.

Endlich ſtehen ſich Erde und Planet weit näher, wenn ihre Stände in A und a, oder in T und C ſind, d.i. wenn der Planet rückläufig ſcheint, als im andern Falle, wenn die Stände in C und a, oder in T und A ſind, d. i. wenn der Planet hinter der Sonne rechtläufig geſehen wird. Der Unterſchied iſt bey den obern Planeten beyläufig dem Durchmeſſer der Erdbahn, bey den untern dem Durchmeſſer der Planetenbahn gleich, und bey Mars und Venus am merklichſten, weil dies die nächſten Planeten an der Erde ſind, mit deren geringer Entfernung die Größe dieſes Unterſchieds in dem merklichſten Verhältniſſe ſteht. Unter dem Artikel **Mars** und **Venus** iſt angegeben, daß uns beyde zuweilen 7mal näher kommen, als zu anderer Zeit, woraus ſich die Verſchiedenheit ihrer ſcheinbaren Größen leicht erklärt.

Nimmt man endlich noch hinzu, daß dieſe Planetenbahnen nicht in der Ebne der Ekliptik ſelbſt liegen, ſondern dieſe Ebne unter kleinen Neigungswinkeln in Knotenlinien ſchneiden, ſo laſſen ſich mit hinzugenommener Bewegung der Erde auch die Phänomene der Breiten in völliger Uebereinſtimmung mit den Erſcheinungen erklären.

Da der Mond um die Erde ſelbſt läuft, ſo kann er keine Stillſtände und Rückgänge zeigen. So verhält es ſich auch wirklich: es fallen blos Ungleichheiten ſeines rechtläufigen Fortgangs und Veränderung ſeiner Breite in die Augen, wovon jene erſt durch die von Kepler und Newton angegebenen Gründe richtig erklärt worden ſind, dieſe aber von der Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik herrühren.

Einwürfe gegen die copernicaniſche Weltordnung.

Die Beweiſe des Ariſtoteles, daß die Erde im Mittelpunkte ſtehe, welche Copernicus (De revol. I. c. 7-9.) widerlegt, gründen ſich meiſtens auf willkührlich angenommene Sätze, z. B. daß alles Schwere nach dem Mittelpunkte des Ganzen falle, alles Leichte nach dem Umfange ſtrebe, daß alle himmliſche Körper kreisförmige, alle irdiſche geradlinigte Bewegungen zeigen, daher die Erde keiner Kreisbewegung fähig ſey. In des Copernicus Beantwortung finden ſich Spuren des Begriffs von allgemeiner Schwere, ſ. Gravitation (Th. II. S. 519.)

Ptolemäus führt im Almageſt den Umſtand, daß wir ſtets eine völlige Helfte des Himmels über dem Horizonte ſehen, und von entgegengeſetzten Stellen der Sphäre die eine in eben dem Augenblicke aufgeht, in welchem die andere untergeht, als einen Beweis an, daß die Erde in der Mitte des Ganzen ſtehe. Man hatte ſchon dem Ariſtarch von Samos dieſen Einwurf gemacht, welcher ſehr richtig antwortete, die Erdbahn verhalte ſich zum Abſtande der Fixſterne, wie der Mittelpunkt einer Kugel zu ihrem Halbmeſſer (ſ. *Archimedis* Arenarius in *Jo. Wallisii* Opp. Tom. III. p. 514.) d. h. die ganze Erdbahn ſey gegen dieſen Abſtand unendlich klein, oder als ein Punkt an-

zuſehen. Eben dieſes führt Copernicus in einem eignen Capitel (cap. 6.) aus. Der Einwurf iſt freylich nicht unwichtig, und läuft eigentlich auf den gänzlichen Mangel aller Parallaxe der Fixſterne hinaus: denn, was die Planeten betrift, ſo iſt allerdings der ſcheinbare Horizont über den wahren um die Horizontalparallaxe erhoben, und theilt den Himmel in der That in ungleiche Hälften, ſ. **Parallaxe.** Man hat dieſe Einwendung unter mehrern Geſtalten vorgebracht; die Antwort iſt aber immer dieſelbe, daß der Abſtand der Fixſterne unermeßlich und die ganze Erdkugel dagegen nur als ein Punkt zu betrachten ſey. Dieſe unermeßliche Weite der Fixſterne iſt ein weſentlicher Theil der copernicaniſchen Weltordnung, und aller Erklärungen in derſelben. Ohne ſie würde die parallel bleibende Weltaxe nicht immer einerley Stelle am Himmel treffen, ſondern jährlich einen kleinen Kreis beſchreiben, welches man an den Stellungen der Sterne gegen den Pol bemerken müßte. Horrebow glaubte zwar, ſo etwas wirklich zu finden, und dadurch den Copernicus auf eine andere Art zu vertheidigen: dies hielt nun zwar die Prüfung nicht aus, gab aber doch Anlaß zu einer andern weit ſiegreichern Beſtätigung dieſes Syſtems, ſ. **Parallaxe der Erdbahn, Abirrung des Lichts.**

Tycho fragt nun zwar, wozu die Verſchwendung ſo ungeheurer Räume dienen ſolle. Allein erſtens füllen die Kometenbahnen einen Theil davon aus, ſ. **Kometen**, und dann muß man nur nicht das zum Maaßſtabe nehmen, was wir auf Erden groß nennen. Was iſt denn der Menſch, der mit ſeinem Fünkchen Vernunft auf einem Punkte des Ganzen kriecht, und ſeine Maaße aus Anſchauung eines Fußes zuſammenſetzt? Wie darf ein ſolcher Staub dem Schöpfer vorſchreiben, was zu groß ſey, weil es für ihn unermeßlich iſt? Wie mag er ſich unterwinden, dem Unendlichen und Unbeſchränkten irgend eine Grenze für ſeine Schöpfung zu ziehen? Vielleicht mußten wegen der allgemeinen Schwere die Entfernungen ſo groß ſeyn, wenn die Planeten nicht merklich nach den Fixſternen graviriren, und die Syſteme einander nicht ſtören ſollten.

Ein anderer Einwurf gegen die Umdrehung der Erde iſt daher genommen, daß man unter frey ſchwebenden, fallenden oder geworfenen Körpern in der Luft kein Fortrücken des Fußbodens von Abend gegen Morgen bemerkt. Eine auf der Abendſeite eines Thurms herabgelaſſene Kugel fällt dicht an des Thurmes Fuße nieder, obgleich dieſer während des Falles durch die Erdumdrehung weit gegen Morgen gerückt ſeyn müſte. Das läſt ſich auf mancherley Art einkleiden, z. B. den Vögeln in der Luft würde die tägliche Umdrehung ihre Neſter entführen; Kugeln von Abend gegen Morgen abgeſchoſſen, würden über einerley Stelle des Fußbodens bleiben, wenn ſich dieſer eben ſo ſchnell, als ſie, gegen Morgen bewegte u. ſ. w. Ptolemäus und Tycho wendeten dieſes ein, und von den 77 Argumenten, mit welchen Riccioli die Bewegung der Erde beſtreitet, läſt ſich ein großer Theil auf dieſen einzigen Gedanken zurückführen, den übrigens Buchanan (De ſphaera Lib. I.) mit ſehr viel dichteriſcher Schönheit ausgeſchmückt hat.

Aber ſchon Ptolemäus ſelbſt, Copernicus (L. I. c. 8.) und Kepler antworten hierauf, wenn ſich die Erde drehe, ſo drehe ſie ſich mit allem, was ihr zugehöre, und die in der Luft ſchwebenden Körper ſetzen während des Falles oder Fortgangs dieſe ihnen einmal eingedrückte Bewegung zugleich mit fort, welches nicht verſtattet, den Boden in Abſicht ihrer als fortgeführt zu betrachten. Wenn man auf einem Schiffe, das mit vollen Segeln geht, Kegel oder Billard ſpielt, ſo bleibt der Stoß nach jeder Richtung in gleicher Wirkung; ein Stein, von der Spitze des Maſtbaums herabgelaſſen, fällt dicht am Fuße nieder; denn die Bewegung des Schifs iſt allen darauf befindlichen Körpern ſo mitgetheilt, daß unter ihnen alles ſo erfolget, als ob ſie in Ruhe wären, weil ſie gegen einander in Ruhe ſind. Nur der Anſtoß an fremde Gegenſtände kan die Bewegung des Schifs bemerklich machen. Eben ſo iſt es mit den Körpern auf der Erde, denen die Umdrehungsbewegung vom Anbeginn mitgetheilt iſt. Wir kennen keine Kraft, welche dieſe eingedrückte Bewegung vernichten könnte, und jeder Anſtoß an fremde Dinge fällt bey der

Erde, die ſich mit dem Luftkreiſe zugleich dreht, gänzlich hinweg. Nur das Fortrücken der Geſtirne allein kan uns von dieſer Umdrehung belehren, ſo wie man die Bewegung eines ohne Schüttern und Schwanken fortgehenden Schifs blos durch das Entgegenkommen der Ufer und Küſten bemerkt.

Da einige behauptet hatten, die Körper bewegten ſich auf ſchnell ſegelnden Schiffen anders, als ſonſt, welches auch Tycho in den Briefen an Rothmann verſichert, ſo fand Gaſſendi nöthig, im Hafen von Marſeille Verſuche hierüber anzuſtellen, die völlig für den Copernicus ausfielen, und in ſeiner Schrift De motu impreſſo a motore translato beſchrieben ſind.

Tychons übrige Einwendungen ſind zum Theil ſehr ſchwach. Daß man ſich nicht vorſtellen könne, aller zwölf Stunden den Kopf unterwärts zu kehren, daß die Erde eine grobe, plumpe, zu einer dreyfachen Bewegung ungeſchickte Maſſe ſey, daß die Schwungkraft alles zerſtreuen würde — ſind Gedanken, die ſich durch richtige Begriffe von dem, was oben und unten zu nennen iſt (ſ. Gegenfüßler), durch die erwieſene Bewegung anderer noch größerer Maſſen, durch das Hinwegfallen der dritten Bewegung, und durch die geringe Größe der Schwungkraft, welche ſelbſt unter dem Aequator nur $\frac{1}{289}$ der Schwere beträgt, gar bald widerlegen.

Endlich glaubte Tycho in dem ſcheinbaren Laufe der Kometen keine Spur einer Veränderung des Standorts durch die Bewegung der Erde zu finden. Es ward aber die wahre Beſchaffenheit des Kometenlaufs faſt hundert Jahre ſpäter erſt entdeckt, und ſeitdem iſt es zuverläßig ausgemacht, daß der ſcheinbare Ort der Kometen allerdings durch den Stand der Erde in ihrer Bahn verändert werde.

Riccioli (Almag. nov. To. II.) hält unter 77 Gründen wider die Bewegung der Erde folgenden für den ſtärkſten. Die Räume fallender Körper würden ſich bey ruhender Erde von jeder Secunde zur andern, wie 1, 3, 5, 7 ꝛc. verhalten. Drehte ſich aber die Erde in jeder Secunde gleich weit, ſo würden ſie ſich in Diagonalen von Paralle-

logrammen verwandlen, deren horizontale Seiten gleich, die vertikalen im Verhältniſſe der vorigen Zahlen wären. Es läſt ſich zeigen, daß dieſe Diagonalen in ganz andern Verhältniſſen ſtehen, und wenn die Umdrehung ſchnell wäre, faſt gleich ſeyn müſten. Daher müſte des fallenden Körpers abſolute Bewegung faſt gleichförmig ſeyn, und er müſte eine horizontale Fläche mit gleicher Kraft ſtoßen, ohne Unterſchied, ob er von einer großen oder geringen Höhe herabgefallen wäre. Riccioli nennt dies eine mathematiſch evidente Widerlegung. Allein er hat vergeſſen, daß die Kraft des Stoßes zugleich vom Winkel abhängt, und deswegen die Diagonalen wieder in die beyden Seiten zerlegt werden müſſen, von welchen nur die vertikalen allein die Wirkung des Stoßes ausdrücken. Dieſe vertikalen Seiten aber ſind die Fallräume, welche wie 1, 3, 5, 7 wachſen. Die horizontalen Seiten fallen ganz hinweg, weil der Fortgang durch die Erdumdrehung dem fallenden Körper mit dem Boden gemeinſchaftlich iſt. Mithin iſt dieſes ganze Argument blos eine neue Einkleidung der auf die Fortſchiebung des Bodens gegründeten Zweifel.

Die Zeugniſſe der heiligen Schrift, welche Tycho und Riccioli ſo ernſthaft entgegenſtellen, ſtehen Joſua 10, 13; Pſalm 92, 1; Pſalm 103, 5; Pred. Salomo 1, 5; Jeſaia 34, 8; Richter 5, 20; drittes Buch Eſra 4, 38. Man erkennt leicht darinn theils die Sprache des gemeinen Lebens, theils den dichteriſchen Ausdruck der Sänger und Propheten. Es iſt ein ſeltſamer Eifer, auf ihrem buchſtäblichen Verſtande zu beſtehen. Nach ſolchen Regeln der Auslegung müſte man auch Pfeiler des Himmels und eine zeltähnliche Ausſpannung deſſelben annehmen. Selbſt Newton würde, wie Joſua, ſagen: Sonne (nicht Erde) ſtehe ſtill, welcher ganze Ausdruck überhaupt nur den lebhaften Wunſch bezeichnen ſoll, die Dauer der Schlacht zu verlängern. Inzwiſchen war dies gerade der Standpunkt, aus welchem auch Unwiſſende gegen die Copernicaner fechten, und ſicher ſeyn konnten, Eindruck auf die Menge zu machen. Jetzt iſt wohl die Zeit dieſer Verblendung gröſtentheils vorüber. Selbſt zu Rom hat man die Schriften

der Copernicaner aus dem Verzeichniſſe der verbotnen Bücher herausgenommen. Montucla ſagt, um erwieſene geometriſche und aſtronomiſche Wahrheiten wegen der buchſtäblichen Schriftauslegung zu verdammen, müſſe man den Wahlſpruch haben: Beati pauperes ſpiritu, und nicht bedenken, was Kepler ſagt, daß ein Hobel, den man ins Eiſen treibt, dadurch ſelbſt zum Holzſchneiden untüchtig werde.

Gründe für das copernicaniſche Syſtem.

In einer Sache dieſer Art, wo man keine directen und mathematiſchen Demonſtrationen, welche alle Gedenkbarkeit des Gegentheils ausſchließen, verlangen kan, muß ſchon die ſchöne Simplicität dieſer Weltordnung und aller Erklärungen in derſelben, nebſt der vollkommnen Harmonie, die ſie in die ganze Sternkunde bringt, jedem unbefangenen Naturforſcher ſoviel, als ein Beweis, gelten. Man hat aber auch nach den Zeiten des Copernicus Entdeckungen gemacht, welche gerade auf die Sache gehen, und in keiner andern, als in dieſer Weltordnung, ungekünſtelt und den bekannten Naturgeſetzen gemäß erklärt werden können. Dieſe vollenden die Ueberzeugung. Wie ſehr würde ſich der unvergeßliche Urheber dieſes Syſtems noch auf Erden gefreuet haben, wenn es der Vorſehung gefallen hätte, ihn hier die Zeit dieſer Entdeckungen erleben zu laſſen?

Für die Umdrehung der Erdkugel um ihre Axe ſpricht die äuſſerſt hohe Simplicität, mit welcher ſich hiedurch die tägliche Bewegung aller Geſtirne aus der Umdrehung der einzigen Erde erklärt, da man ſonſt die Sterne in eine Sphäre einſchließen, oder ihnen beſondere Kräfte beylegen müſte, durch welche ſie in Kreiſen von verſchiedener Größe um die Pole geführt würden. Hiebey wird es unbegreiflich, wie das unermeßliche Heer dieſer Sonnen eine gemeinſchaftliche, und gerade eine ſolche, Beziehung auf einen ſo unbedeutenden Punkt, als die Erde, haben könnte, und mit welcher Geſchwindigkeit die Sterne im Aequator rollen müſten.

Hiezu kömmt, daß man in ſpätern Zeiten Umdrehungen des Jupiters, der Venus, des Monds u. ſ. w. um ihre Axen nach eben der Richtung entdeckt hat. Haben nun dieſe Körper Bewohner, ſo muß denſelben die nemliche Erſcheinung einer täglichen Umdrehung des Himmels um ſie entſtehen. Halten ſie dieſe Erſcheinung als Ptolemaiker für Wirklichkeit, ſo können ſie nicht alle zugleich Recht haben; als Copernicaner aber werden ſie das daraus folgern, was wir an den Weltkörpern, die ſie bewohnen, mit unſern Augen wirklich vorgehen ſehen. Welch ein ſtarker Beweis, daß auch wir aus unſerer Erſcheinung das nemliche folgern müſſen!

Endlich ſind die verminderte Schwere unter dem Erdäquator und die abgeplattete Geſtalt der Erdkugel als directe Beweiſe der Umdrehung anzuſehen. Sie zeigen, daß die Folgen wirklich da ſind, welche den Geſetzen der Mechanik gemäß aus einer Umdrehung der Erde entſtehen müſſen, ſ. **Erdkugel, Pendel, Schwere, Schwungkraft.**

Für den **Umlauf** der Erde um die Sonne läſt ſich wiederum die bewundernswürdige Simplicität anführen, mit welcher man auf dieſe Art die Combination der täglichen Bewegung mit dem eignen jährlichen Gange der Sonne, die Abwechſelung der Taglängen, das Stillſtehen und Zurückgehen der Planeten, ihren verſchiedenen Abſtand u. ſ. w. erkläret, ohne die Epicykel und Sphären der Alten, oder die Schraubengänge des Tycho nöthig zu haben. Alles fließt hier von ſelbſt aus den Bewegungen der Erde, und macht alle Künſteleyen entbehrlich, die man in andern Syſtemen hinzuthun muß, um der Verwickelung der Phänomene genug zu thun.

Ferner iſt es der Analogie gemäß, die Erde als einen dunkeln und kleinern Körper um die Sonne zu führen, da alle übrige ihr ähnliche Planeten auch um dieſelbe gehen. So erhält man ein Syſtem, in welchem alle dunkle Körper um den einzigen leuchtenden, alle kleinere um den laufen, der bey weitem der gröſte iſt.

Die kepleriſchen Regeln bringen dies alles vollends in die ſchönſte Harmonie. Der Satz, daß ſich die Quadratzahlen der Umlaufszeiten, wie die Würfel der Entfernungen vom Mittel verhalten, wird in dieſem Syſtem allgemein. Wäre nach dem tychoniſchen die Erde das Mittel, um welches Mond und Sonne liefen, ſo träfe dieſe Regel nicht zu. Denn der Sonne Umlaufszeit wäre faſt 13 mal größer, als die des Monds; ihr Abſtand aber 400mal größer, als die Entfernung des Monds. Es fehlte alſo ſehr viel an der Richtigkeit der Regel, nach welcher hier die Quadratzahl von 13 dem Würfel von 400 gleich ſeyn ſollte. Wenn nun dieſe Regel eine nothwendige Folge des Geſetzes der Gravitation bey Centralbewegungen iſt, ſo folgt, daß man **Newtons** ganze Mechanik des Himmels und die Lehre von der Gravitation überhaupt blos auf das copernicaniſche Syſtem, und auf kein anderes, anwenden könne.

Endlich giebt die Erſcheinung der Abirrung der Fixſterne auch einen directen Beweis von der wirklichen Bewegung der Erde in einer jährlichen Bahn, ſ. **Abirrung des Lichts**. Und überhaupt iſt die ganze neuere Sternkunde mit der copernicaniſchen Weltordnung ſo innig verknüpft, daß man jedes aſtronomiſche Lehrbuch als eine Verbindung von tauſend verſchiedenen Beweiſen der Bewegung der Erde anſehen kann, und daß derjenige den ganzen Zuſammenhang der Wiſſenſchaft aufheben würde, der ſich weigerte, dieſe Bewegung zuzulaſſen.

Tabellariſche Vorſtellung der Größen und Bewegungen der Hauptplaneten.

In der Sammlung aſtronomiſcher Tafeln, welche unter Aufſicht der königlich-preußiſchen Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin 1776 herausgekommen iſt, befindet ſich (B. I. S. 1. u. f.) eine ſehr vollſtändige und genaue Darſtellung unſers Sonnenſyſtems nach verſchiedenen aſtronomiſchen Tafeln, aus welcher ich hier die vornehmſten Angaben für die Hauptplaneten nach **de la Lande** entlehne,

und das neuere für den Uranus nach de Lambre und Bode beyfüge. Wegen des übrigen verweiſe ich auf die Artikel **Mond** und **Nebenplaneten.**

Abſtände von der Sonne in Halbmeſſern der Erdbahn

	Gröſter	Mittlerer	Kleinſter
Merkur	0,46670	0,38710	0,30750
Venus	0,72843	0,72333	0,71318
Erde	1,01680	1,00000	0,98320
Mars	1,66587	1,52369	1,38151
Jupiter	5,45375	5,20098	4,94821
Saturn	10,07147	9,53937	9,00727
Uranus	20,07918	19,18362	18,28806

Eccentricitäten.

	In Halbmeſſern der Erdbahn	In Theilen ihres mittlern Abſtands v. d. ☉
Merkur	0,07960	0,20563
Venus	0,00510	0,00706
Erde	0,01680	0,016802
Mars	0,14218	0,09331
Jupiter	0,25277	0,04860
Saturn	0,53210	0,055779
Uranus	0,89556	0,0466837

Sonnenfernen.

	Ort für 1750 d. 1 Jänn.				jährliche Bewegung	
Merkur	8 Z	13°	33′	3″	1′	10″
Venus	10	8	13	0	2	30
Erde	9	8	39	9	1	6
Mars	5	1	28	24	1	7
Jupiter	6	10	22	31	1	2
Saturn	8	29	54	30	1	30
Uranus	11	47	6	44	d. 1 Jan. 1784.	

Neigung und Knoten der Bahn.

	Neigung	Ort des ☊ für 1750 d. 1 Jan.	jährliche Bewegung
Merkur	7° 0′ 0″	1 Z. 15° 21′ 15″	0′ 45″
Venus	3 23 20	2 14 26 18	0 31
Mars	1 51 0	1 17 36 30	0 40
Jupiter	1 19 10	3 8 16 0	1 0
Saturn	2 23 20	3 21 31 17	0 30
Uranus	0 46 16	2 12 46 47	für 1 Jan. 1784.

Umlaufszeiten.

	Siderische T. St. M. S.	Tropische T. St. M. S.	Synodische T. St. M. S.
Merkur	87 23 15 37	87 23 14 26	115 21 3 22
Venus	224 16 49 13	224 16 41 32	583 22 7 6
Erde	365 6 9 11	365 5 48 45½	. . . . .
Mars	686 23 30 43	686 22 18 27	779 22 28 26
Jupiter	4332 8 51 26	4330 8 58 27	398 21 15 45
Saturn	10761 14 36 42	10749 7 21 50	378 2 8 8
Uranus	. . . . .	30589 8 38 24	. . . . .

Durchmesser und Größen.

	Scheinbarer Durchm. im mittl. Abſtand	Wahrer Durchmeſſer	Körperliche Größe
Sonne	31′ 57,″5	112,79	1435025
Merkur	17,5	0,41	0,7
Venus	23	0,97	0,91
Erde	17	1,00	1
Mars	6½	0,67	0,3
Jupiter	37	11,39	1479
Saturn	18	10,10	1030
Saturnsring	42	23,57	. . . .
Uranus	4	4,21	75

	Zeit der Umwälzung	Dichtigkeit	Maſſe
Sonne	25 T. 12 St.	0,250	304355
Merkur		2,038	0,1
Venus	23 St. 20 M.	1,270	1
Erde	23 St. 56 M. 3½ S.	1,000	1
Mars	24 = 40 =	0,730	0,12
Jupiter	9 = 57 =	0,292	364
Saturn		0,184	156
Uranus		(0,2)	(17,7)

Man kann dieſen Angaben gemäß, ſinnliche Vorſtellungen des Sonnenſyſtems durch Zeichnungen oder Modelle entwerfen. Herr **Bode** hat der neueſten Ausgabe ſeiner allgemein geſchätzten Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels (Berlin, 1788. gr. 8.) eine ſchöne Abbildung dieſer Art beygefügt, auch deren Gebrauch zu Beſtimmung des jedesmaligen Standes der Planeten im Buche ſelbſt gelehrt. Eine ſolche Vorſtellung erläutert ſchon ſehr viel. Sie wird jedem, der ſie nach des Verfaſſers Anleitung braucht, ein lebhaftes Vergnügen gewähren, und ihn den jedesmaligen Stand des ganzen Sonnenſyſtems gleichſam mit einem Blicke überſchauen laſſen.

Es fällt dabey auf, daß die Planetenbahnen vom Merkur bis zum Mars ſo nahe an einander liegen, dann aber auf einmal bis zum Jupiter ein ungemeiner Abſtand folgt. Man glaubt eine Lücke zu bemerken, und fühlt ſich mit Herrn **Bode** geneigt, zwiſchen Mars und Jupiter noch einen Planeten zu vermuthen. Die Entfernungen der Planeten von der Sonne ſcheinen nach folgender Reihe zu wachſen,

☿	♀	Erde	♂	♃	♄	Uran.
4;	4+3;	4+2.3;	4+4.3;	4+16.3;	4+32.3;	4+64.3

worin das Glied 4+8.3 fehlt, welches noch einen unentdeckten Planeten im Abſtande = 28 vermuthen läſt. Merkwürdig iſt es, daß ſich der Abſtand des Uranus an dieſe Reihe, welche lange vor deſſen Entdeckung bekannt war, ſo vollkommen anſchließt.

Sonſt hat man auch das Sonnenſyſtem und die gegenſeitigen Lagen ſeiner Körper durch Scheiben dargeſtellt, die

ſich um einen Mittelpunkt drehen laſſen, und **Planetolabien** genannt werden. Sie ſind den Jovilabien ähnlich, ſ. **Nebenplaneten** (Th. II. S. 336). **Peter Apian** (Aſtronomicum Caeſareum, Carolo V. et Ferdinando fratribus dicatum. Ingolſtad. 1540. fol. mai.) hat auf 59 Platten ein prächtiges Werk dieſer Art, aber nach ptolemäiſchen Hypotheſen, herausgegeben. **Lothar Zumbach** genannt **Koesfeld** (Planetolabium. Lugd. Batav. 1691. 4. rec. Amſt. 1700.) liefert ſolche Scheiben in Kupferſtich, auf Pappe zu ziehen, für die copernicaniſche Weltordnung. Man kann ſich dergleichen ſelbſt verfertigen, und damit, wenn ſich die Scheiben gegen einander neigen laſſen, auch die Phänomene der Breiten darſtellen.

Künſtlicher und ſehr koſtbar ſind die ſogenannten **Weltmaſchinen, Planetenmaſchinen** (Machinae planetariae, *Planétaires*, engl. *Orrery's*), welche die himmliſchen Bewegungen im Kleinen durch Kugeln darſtellen, die vermittelſt Räderwerks getrieben werden. Vielleicht war ſchon **Archimeds** bekannte Sphäre, deren **Cicero** (Tuſc. Qu. L. I. De nat. Deor. L. II.) gedenkt, etwas ähnliches. **Huygens** (Deſcriptio automati planetarii in ſ. Opp. reliquis. Amſt. 1728. 4. To. II. p. 175.) giebt eine umſtändliche Beſchreibung einer ſolchen Planetenmaſchine von ſeiner Erfindung. Das Orrery der Engländer beſchreibt **Ferguſon** (Aſtronomy explained. London, 1754. 1764. 8.). Der Name ſoll von Richard Steele einem ſolchen Kunſtwerke, das ein Lord Orrery beſaß, gegeben worden ſeyn; doch bemerkt Herr **Käſtner**, er ſehe einer Abkürzung des Worts Orbitery ähnlich, welches man auch in dieſer Bedeutung bey einem engliſchen Schriftſteller gebraucht finde. Der Paſtor **Hahn** im Würtembergiſchen hat eine ſehr ſinnreiche Maſchine dieſer Art erfunden (ſ. **Viſchers** Beſchreibung einer aſtronom. Maſchine. Stuttgard, 1770. 8.). Auch **Martin** (Philoſ. Britannica, der deutſchen Ueberſ. Th. III. S. 196.) handelt von ſolchen Weltmaſchinen.

Wohlfeiler ſind die nürnbergiſchen, an denen man die Planeten mit der Hand herumführt. Der Apparat zur Weltmaſchine, den **Nollet** (Leçons de phyſ. exp. P. VI.)

bey ſeinen Vorleſungen gebrauchte, und den Briſſon (Dict. de phyſ. Art. *Planétaire*) beſchreibt, zeigt zwar nicht alles zugleich, wie das Orrery, aber doch die Bewegungen jedes Planeten einzeln, mit weit weniger Koſten, und faſt noch größerer Deutlichkeit. Ein ſchönes Modell dieſer Art hat auch Herr M. Riedel allhier angegeben (Die Verbindung der Sonne, Erde und des Mondes, in einem Modelle vorgeſtellt von J. G. Riedel. Leipzig, 1785. 8.).

Montucla Hiſtoire des mathematiques. To. I. an mehrern Stellen.

de la Lande aſtron. Handbuch, a. d. franz. Leipz. 1775. gr. 8. §. 370. u. f.

I. F. Weidler Hiſtoria aſtronomiae. Viteb. 1741. 4. an mehrern Stellen.

Nic. Copernici De orbium caeleſtium revolutionibus libri VI. Norimb. apud Petreium, 1543. fol.

Bode kurzgefaßte Erläut. der Sternkunde. Berlin, 1778. 8. Th. I §. 363 u. f.

Sammlung aſtronomiſcher Tafeln unter Aufſicht der königl. preuſs. Akad. der Wiſs. Berlin, 1776. gr. 8. I Band S. 1--11.

Kästner Anfangsgr. der Aſtronomie, 3. Aufl. Göttingen, 1781. 8. §. 265.

Wendekreiſe, Wendecirkel, Tropici, *Tropiques*. Dieſen Namen führen auf der Himmels- und Erdkugel zween kleinere Kreiſe, welche mit dem Aequator parallel laufen, und von demſelben um das Maaß der Schiefe der Ekliptik, oder faſt um $23\frac{1}{2}°$ abſtehen, Taf. VIII. Fig. 2. ſind auf der Himmelskugel FG und IK, auf der Erdkugel fg und ik die **Wendekreiſe**. Da ſie dem Aequator parallel ſind, ſo gehören ſie am Himmel zu den Tagkreiſen, auf der Erde zu den Parallelkreiſen, und alle ihre Punkte ſind von den Polen um $66\frac{1}{2}°$ entfernt.

Am Himmel berührt die Ekliptik FK, deren entfernteſte Punkte vom Aequator ebenfalls um das Maaß ihrer Schiefe abſtehen, den einen Wendekreis in F, den andern in K, an zween einander gerade entgegenſtehenden Punkten. Dies ſind die Punkte der Sonnenwenden, oder die Anfangspunkte der Zeichen des Krebſes und Steinbocks, von welchen der nördliche Wendekreis FG, **Wendekreis**

des Krebſes (tropicus cancri, *tropique du Cancer*), der ſüdliche IK Wendekreis des Steinbocks (tropicus capricorni, *tropique du Capricorne*) genannt wird. An den Tagen der Sonnenwenden kömmt die Sonne in die Punkte F und K, und weil ſich daſelbſt ihr Abſtand vom Aequator ſehr langſam ändert, ſo wird ſie durch die tägliche Bewegung im Wendekreiſe ſelbſt herumgeführt. Die Wendekreiſe ſind alſo die Tagkreiſe der Sonne an den Tagen der Sonnenwenden. Sie begreifen zwiſchen ſich die Zone des Himmels FGKI, innerhalb welcher die Sonne beſtändig anzutreffen iſt.

Auf der Erdkugel ſchließen die beyden Wendekreiſe die heiſſe Zone zwiſchen ſich ein, und begrenzen die gemäßigten, ſ. **Erdſtriche**. Der Wendekreis des Krebſes fg geht durch den obern breitſten Theil von Afrika, Egypten, das rothe Meer, das wüſte Arabien, durch Indien, den ſüdlichen Theil von China und Neuſeeland über das ſtille Meer, durchſchneidet Amerika in Mexico, und läuft durch die Antillen und den atlantiſchen Ocean bis wieder an Afrika. Dieſe Orte ſehen die Sonne am 21 Jun. jeden Jahres durch ihren Scheitelpunkt gehen. Der Wendekreis des Steinbocks ſchneidet Afrika im Lande der Hottentotten, geht durch Madagaſcar im indiſchen Ocean weit unter Aſien hinweg, durch Neuholland in die Südſee, ſchneidet Amerika in Paraguay und an der ſüdlichen Spitze von Braſilien, und läuft unterhalb der Inſel St. Helena wieder bis an Afrika. Allen dieſen Orten kömmt die Sonne am 21 Dec. über ihren Scheitel.

Da die Schiefe der Ekliptik veränderlich iſt, ſo ändert ſich mit ihr auch die Stelle der Wendekreiſe und die Größe der heißen Zone, obwohl ſo wenig, daß man dieſe Veränderung in der Erdbeſchreibung gewöhnlich ohne merklichen Fehler vernachläßiget.

Weſt, Weſten, ſ. **Abendpunkt.**

Wetterbeobachtungen, ſ. **Meteorologie.**

Wetterglas, ſ. **Barometer.**

Wetterleiter, ſ. **Blitzableiter.**

Wetterleuchten, Fulguratio, *Eclair ſans tonnerre et d'une lumiere diffuſe.* Eine Art von Bliz, wobey man keinen Donner hört, auch keinen gedrungenen Feuerſtral ſchießen ſieht, ſondern blos einen ausgebreiteten ſogleich wieder verſchwindenden Schein bemerkt. Man pflegt, wenn man dieſe Erſcheinung ſieht, zu ſagen, das **Wetter kühle ſich.**

Oft können zwar entfernte Blitze, deren Donner der Weite halber nicht mehr gehört wird, für Wetterleuchten gehalten werden, wovon Herr **Käſtner** (Neues Hamburg. Mag. B. VI. S. 387.) bey einem wegziehenden Gewitter überzeugende Bemerkungen gemacht hat. Allein das eigentliche Wetterleuchten unterſcheidet ſich auch in der Nähe deutlich von den wahren Blitzen oder Wetterſtralen. Es iſt ein bloßer bald ſchwächerer bald hellerer Schein, der ſich in die Breite ebenſowohl, als in die Länge, verbreitet, und nie mit Knall oder Beſchädigung verbunden iſt.

Reimarus (Vom Blitze, §. 173. S. 575 u. f.) vergleicht das Wetterleuchten ſehr ſchicklich mit den Lichtſtralen, welche aus Hervorragungen eines ſtark elektriſirten Körpers freywillig hervorſchießen. Wenn eine Wetterwolke mit Elektricität überladen iſt, ſo kan ſie aus ihren Enden dergleichen Lichtſtralen ausſenden, welche nur zerſtreut und ohne durchbrechende Gewalt in die Luft fahren. Solche Scheine brechen aus ſtark elektriſirten Wolken bald hie, bald da, zuweilen faſt ohne Unterbrechung aus, wie man ſo oft des Abends oder in der Nacht ſieht (weil der Schein zu ſchwach iſt, um bey Tage bemerkt zu werden). Der Anlaß zu einer ſo ſtarken Ueberladung kan nach Reimarus in der fortwährenden Urſache der Ladung, bisweilen auch in der Zuſammenziehung der Wolke, oder in einer Veränderung ihrer Geſtalt liegen, welche von der Art iſt, daß dadurch ihre Oberfläche vermindert wird.

Die Stralenbüſchel aus den Ecken elektriſirter Körper pflegen zwar in beſtändigem Strome auszufahren, da hingegen das Wetterleuchten ſtoßweiſe geſchieht; allein dieſer Unterſchied kan von der platten Geſtalt der Hervorragungen

an den Wolken herrühren. Das Wetterleuchten iſt dem Lichte ähnlich, das im Vacuo oder in ſehr verdünnter Luft zwiſchen Metallplatten entſteht, die auf entgegengeſetzte Art elektriſirt ſind. **Watſon** (Philoſ. Trans. Vol. XLVII. p. 367.) beſchreibt daſſelbe unter dem Namen *Coruſcation*, und vergleicht es mit den Säulen und dem Glanze des Nordlichts. Etwas ähnliches hatte auch **Miles** an geriebnen Glasröhren bemerkt, ſ. **Stralenbüſchel, elektriſche.**

Nach Herrn **de Lüc** Vermuthung (Ideen über die Meteorol. Th. II. §. 649.) entſtehen Blitz und Donner im Luftkreiſe durch plötzliche Hervorbringung einer Menge von elektriſchem Fluidum, welches explodirt, weil es mit einem hohen Grade von Dichtigkeit entſteht, auf welchen es ſonſt durch kein phyſiſches Mittel gebracht werden könnte. Es wird auch aus dem vollen dichten Tone des Donners ſehr wahrſcheinlich, daß dabey eine große Menge einer elaſtiſchen Materie plötzlich entwickelt werden und explodiren müſſe, weil die bloße Zertrennung der Luft durch den Fortgang des Blitzes faſt zu ſchwach ſcheint, einen Knall von dieſer Art und Heftigkeit zu erklären. Man mag nun dieſe elaſtiſche Materie mit **de Lüc** für das elektriſche Fluidum ſelbſt, oder ſonſt für eine Knallluft, annehmen, ſo kan man ſich doch auf beyde Art gar leicht Fälle denken, wo dieſe Materie nicht mit ſo übergroßer Dichtigkeit in einen kleinen Raum gedrängt, ſondern ausgebreiteter entſteht und übergeht, mithin ſtatt der Exploſion ein bloßes Licht ohne Donner veranlaßt.

Wetterlichter, St. Elmusfeuer, Caſtor et Pollux, Ignis lambens, *Feu-Saint-Elme*, *Caſtor et Pollux.* Eine merkwürdige Erſcheinung an den in der Luft erhabnen Körpern, vorzüglich Metallen, da man an den Spitzen und Ecken derſelben bey einer Gewitterluft zuweilen rauſchende Flammen ſieht, welche ohne Schaden eine Zeitlang fortdauern. Vornehmlich ereignet ſich dies an den Spitzen der Maſtbäume und an andern hervorragenden Theilen der Schiffe bey Stürmen.

Schon die Alten bemerkten es oft. **Plinius** (H. N. II. 37) erzählt, er ſelbſt habe Sterne auf den Lanzen der Soldaten und auf den Maſten der Schiffe geſehen, die mit Ziſchen von einem Orte zum andern gehüpft wären. Zween ſolche Sterne wären Vorbedeutung einer glücklichen Fahrt, und würden von den Schiffern unter dem Namen Caſtor und Pollux verehrt; einer allein, den man Helena nenne, bedeute Unglück. Dergleichen ſehe man auch bisweilen an den Häuptern der Menſchen, mira ratione, wie er ſagt, et in naturae majeſtate abdita. Aehnliche Erwähnungen kommen beym **Seneca** (Quaeſt. nat. L. I. c. 1.) **Hirtius** (De bello Africano, c. 47.), **Livius** (XXII. 1.), und beym **Plutarch** im Leben Lyſanders vor. Den Schiffern iſt dieſes Phänomen ſehr bekannt, und wird von den Portugieſen *Corpo ſanto*, von den Engländern *Comazant*, von den Niederdeutſchen **Weerlicht** genannt. Der Name **St. Elmo**, **Telmo**, oder **Hermo** iſt allem Anſehen nach das verſtümmelte Helena der Alten.

Neuere Beobachtungen hievon theils auf Schiffen, theils an Thurmſpitzen u. dgl. hat **Reimarus** (Vom Blitze 32 — 37 Erfahr. S. 73 u. f.) geſammlet. Folgende Beſchreibung iſt vom Ritter **Forbin** (Mém. du Comte de *Forbin* To. I. p. 368 und im Hamburg. Magaz. VII. B. S. 425). „Im Jahr 1696 zog ſich plötzlich während „der Nacht ein ſchwarzes Gewölk zuſammen, wobey er„ſchreckliche Blitze und Donnerſchläge entſtanden. Weil „ich einen ſtarken Sturm befürchtete, ließ ich alle Segel „einziehen. Wir ſahen auf dem Schiffe mehr, als 30 St. „Elmusfeuer. Eines unter andern befand ſich oben auf „dem Windflügel des großen Maſtes, welches mehr als „$1\frac{1}{2}$ Fuß hoch war. Ich ſchickte einen Matroſen hinauf, „es herunterzubringen. Als er oben war, hörte er dieſes „Feuer ein Geräuſch machen, wie wenn man angefeuchtetes „Schießpulver anzündet. Ich befahl ihm, den Flügel ab„zunehmen, und damit herunterzukommen. Kaum hatte „er ihn aber von der Stelle genommen, ſo gieng das Feuer „davon weg, und ſetzte ſich auf die Spitze des Maſtes, „ohne daß man es davon hätte abbringen können. Es

„blieb daſelbſt ziemlich lange, bis es nach und nach ver„gieng. Der gedrohte Sturm hatte weiter keine Folgen, „als einen ſtarken Regen, der etliche Stunden dauerte.“ Aus den übrigen von Reimarus angeführten Erfahrungen ergiebt ſich, daß die Wetterlichter gemeiniglich bey ſtarkem Winde erſcheinen, von demſelben aber nicht bewegt werden, und daß man ſie als Zeichen eines abnehmenden oder ſich zertheilenden Gewitters anſehen kan.

Seitdem der Blitz als eine elektriſche Erſcheinung bekannt iſt, ſind auch die Wetterlichter, den Phänomenen des elektriſchen Lichts gemäß, als Zeichen der in Spitzen und Ecken eindringenden Elektricität angeſehen worden. Eine Spitze nimmt, nicht ſowohl aus den Wolken ſelbſt, als vielmehr aus der um ſie verbreiteten Luft, die Mittheilung der Elektricität ſehr leicht und auf eine große Entfernung an, ſ. Spitzen. Wenn daher dieſe in der Luft vertheilte Elektricität ſtark iſt, wie bey einem durch Wind, Wetterleuchten u. ſ. w. zertheilten Gewitter, und der Wind immer neue Luft herbeyführt, ſo ſaugen die dazu geſchickten Spitzen unaufhörlich Elektricität ein, und zeigen den ſchwirrenden Lichtſchein, der allemal ſtärker iſt, wenn ſie einem — E gegenüberſtehen, oder ſelbſt + E haben, ſ. Stralenbüſchel, elektriſche.

Auch am menſchlichen und thieriſchen Körper, oder deſſen Bekleidungen, hat ſich dieſes Phänomen gezeigt. Jalabert und de Sauſſure (Hiſt. de l'acad. des ſc. 1767. p. 33.) ſahen auf den Alpen bey einem Gewitter aus ihren Fingern und einem metallnen Hutknopfe Funken fahren. Nicholſon (Philoſ. Trans. Vol. LXIV. p. 351.) bemerkte Wetterlichter an den beyden Ohren ſeines Reitpferdes, wobey viele andere Perſonen an ihren Pferden das nemliche gewahr wurden, und einem der Kopf des ſeinigen ganz im Feuer zu ſtehen ſchien.

Es geht hiebey die Elektricität aus der Luft in die auf der Erde befindlichen Körper über, durch welche ſie ferner zur Erde abgeleitet wird. Man darf ſich nicht vorſtellen, daß zur Entſtehung des Wetterlichts, wie einige gemuthmaßet haben, irgend ein Hinderniß oder eine Unterbrechung

der Leitung nöthig ſey. Der Schein beſteht nicht etwa aus Anhäufung einer leuchtenden Materie; und der Widerſtand, der ſich hiebey äuſſert, befindet ſich nur da, wo das Licht entſteht, d. i. beym Uebergange aus der Luft in die Spitze, nicht im fernern Wege der Ableitung ſelbſt. Zwar ſind die angeführten Wetterlichter größtentheils bey unvollkommnen Ableitungen beobachtet worden; aber es ſind auch ſchon dieſe zureichend genug, um die aus der Luft allmählich aufgenommene Elektricität wegzuführen, vorzüglich wenn ſie vom Regen benetzt ſind. In dieſem Zuſtande iſt jeder Thurm u. dgl. ein Wetterleiter. Daß man an den Spitzen der vollkommenen Leitungen bisher noch ſo wenig Wetterlichter bemerkt hat, kömmt wohl nur daher, weil dergleichen Leitungen noch immer nicht ſo häufig geweſen ſind, und die Lichter nur unter gewiſſen Umſtänden entſtehen. Doch ward am 16 Aug. 1773 an dem mit einer Ableitung verſehenen Jacobithurme in Hamburg, und im Jahre 1776 an den Pulvermühlen zu Waltham in Eſſex ein Wetterlicht wahrgenommen.

Reimarus vom Blitze. Hamburg, 1778. 8. §. 44. §. 172 u. f.

Wetterſäule, ſ. Waſſerhoſe.

Wetterſchirm, *Paratonnerre portatif.* Um ſeine Perſon vor dem Blitze zu ſchützen, wenn man während eines Gewitters unter freyem Himmel zu ſeyn genöthiget iſt, haben Bertholon de St. Lazare und einige andere Naturforſcher Regenſchirme mit einer metalliſchen Ableitung verſehen, unter den angegebnen Benennungen in Vorſchlag gebracht. Reimarus glaubt, dieſer nicht zu verachtende Vorſchlag könne mit den wenigſten Umſtänden ausgeführt werden, wenn man einen ſolchen Schirm aus gewächſtem Seidentuch, mit fiſchbeinernen Stangen verſehen, an einen langen Spatzierſtock befeſtigte, und daneben eine breite metallene Treſſe von zureichender Länge bey ſich führte, daß ſolche erforderlichen Falls mit dem einen Ende oben am Knopfe des Stocks angeſteckt, und mit dem an-

dern in einiger Entfernung auf der Erde befeſtigt werden könnte. Der Stock würde ſodann in die Erde geſteckt, und wenn man ſich unter dem ausgebreiteten Schirm niederſetzte, ſo hätte man daran einen ſchützenden Körper, welcher den Stral auffienge, und nicht herab in den Menſchen, ſondern mittelſt der metallenen Treſſe abwärts leitete.

Reimarus vom Blitze, §. 78. S. 221.

Wetterſtral, ſ. Blitz.

Widderpunkt, ſ. Frühlingspunkt.

Widerſtand, Reſiſtentia, Renitentia, *Réſiſtance, Rénitence.* Dieſer allgemeine Name bezeichnet in der Mechanik alles dasjenige, worauf eine Kraft ſo verwendet wird, daß ſie ihre gewöhnlichen Wirkungen entweder ganz oder zum Theil nicht mehr äuſſern kan. Die gewöhnliche Wirkung einer Kraft iſt Bewegung; daher kan in dieſem Sinne alles, wodurch Bewegung ganz oder zum Theil gehindert oder aufgehoben wird, ein Widerſtand genannt werden. So ſagt man, die Feſtigkeit der Unterlage leiſte dem Falle oder Gewichte des Hebels Widerſtand, und es läſt ſich von jeden zwo entgegengeſetzten Kräften ſagen, daß die eine Widerſtand gegen die andere ausübe.

Vorzüglich aber wird der Name **Widerſtand** da gebraucht, wo Eigenſchaften (oder auch gewiſſe ſchon ins Gleichgewicht geſetzte Kräfte) der Körper zwar keine Bewegung hervorzubringen ſtreben, aber doch andere Bewegungen gleichſam in dem Maaße hindern, in welchem ſie dazu aufgefordert werden. So erzeugen Trägheit und Zuſammenhang der Körper für ſich allein keine Bewegung; ſie widerſtehen aber andern Kräften, und zwar mehr oder weniger, je nachdem die Gewalt, der ſie ſich widerſetzen, groß oder gering iſt. Die Feſtigkeit einer Felſenwand hebt eben ſowohl die Bewegung einer Geſchützkugel als den Schlag eines leichten Hammers auf. Im letzten Falle thut ſie wenig; ſie iſt aber vermögend, weit mehr zu thun, ſobald ihr mehr zugemuthet wird. Eigentlich iſt ſo etwas, wie Herr Käſtner ſagt, nur ein Wiederhall anderer Kräfte

Vocalis nymphe, quae nec reticere loquenti,
Nec prior ipſa loqui didicit, reſonabilis Echo.

ſ. Gegenwirkung. Zum Behuf der Rechnung aber wird es als eine entgegengeſetzte Kraft betrachtet, und dies mit Recht, weil es doch in der That Bewegung hindert.

Man kan ſolchergeſtalt den Widerſtand feſter oder flüßiger Körper betrachten. Ueber den erſten, in ſofern er aus der Feſtigkeit der Fibern entſteht, hat Galilei (Diſcorſi e dimoſtraz. matematiche intorno a due nuove ſcienze attenenti alla Mecanica. Leid. 1638.) Unterſuchungen angeſtellt, welche ſich vornehmlich auf das beziehen, was Muſſchenbroek in der Folge den reſpectiven Zuſammenhang nannte, ſ. Cohäſion (Th. I. S. 518). Wenn nach ſeiner Theorie der Balken AL, Taf. XXVII. Fig. 82. an der Grundfläche AabB feſt, und G der Schwerpunkt dieſer Grundfläche iſt, ſo wird ſich das Gewicht, welches bey P müſte angehangen werden, um den Balken zu zerbrechen, zu dem Gewichte, welches nöthig iſt, ihn der Länge AP nach zu zerreißen, wie GD : AP verhalten. Galilei ſchließt hieraus, der Widerſtand ähnlicher Körper gegen das Zerbrechen wachſe in geringerm Verhältniſſe, als ihre Maſſen oder Gewichte. Denn jener Widerſtand wächſt nur, wie die Quadratzahl, die Maſſe aber wie der Würfel ähnlich liegender Linien. Hieraus zieht er den merkwürdigen Schluß, daß man die Feſtigkeit der Theile in Maſchinen nicht nach Modellen im Kleinen beurtheilen dürfe, indem die Maſchine durch ihr eignes Gewicht zerbrechen kan, wenn gleich das Modell feſt hält. Auch würde die Natur beym Bau der thieriſchen Körper eine gewiſſe Länge nicht überſchreiten können, ohne die Knochen der Gefahr zu brechen auszuſetzen; und es liegt hierinn der Grund, warum kleine Inſekten oft von ſo beträchtlichen Höhen fallen, ohne ihre Glieder zu beſchädigen. Eine andere merkwürdige Folge iſt, daß ein hohler Cylinder dem Bruche ſtärker widerſteht, als ein maſſiver von gleicher Grundfläche; daher die Natur die Knochen der Thiere, die Federn der Vögel, die Stengel der Pflanzen u. ſ. w. hohl gebildet hat.

Mariotte und Leibnitz haben in dieſer Theorie einige Abänderungen gemacht. Sie würde richtig ſeyn, wenn die Fibern plötzlich zerbrächen, und ſich nicht vorher verlängerten. Sieht man aber auf dieſen letztern Umſtand, ſo muß in der Theorie ſtatt des Schwerpunkts G ein anderer angenommen werden, weil ſich alsdann der Widerſtand jeder Fiber nicht, wie ihr Abſtand von der Linie Aa, ſondern, wie das Quadrat deſſelben, verhält. Varignon (Mém. de l'acad. des ſc. 1702, 1705, 1709.) hat dieſen Gegenſtand mit hinreichender Allgemeinheit ſehr ſchön behandelt; und Muſſchenbroek (Introd. ad cohaerentiam corporum firmorum in ej. Diſſ. phyſicis, Lugd. Bat. 1729. 4 maj.) handelt von demſelben ausführlich, und mit Anführung vieler Verſuche.

Vom Widerſtande flüßiger Materien ſ. den nächſtfolgenden Artikel.

Montucla hiſt. des Mathem. T. II. p. 269.

Widerſtand der Mittel, Reſiſtentia mediorum ſ. fluidorum, *Réſiſtance des milieux.* Feſte Körper, die ſich in einer flüßigen Materie, z. B. Waſſer oder Luft, bewegen, müſſen in jedem Augenblicke einen Theil ihrer Geſchwindigkeit verlieren, weil ſie nicht fortgehen können, ohne die in ihrem Wege liegenden trägen Theilchen des flüſſigen Mittels aus der Stelle zu treiben. Es wiederfährt ihnen alſo eben das, was geſchehen würde, wenn eine Kraft nach entgegengeſetzter Richtung ihre Bewegung hinderte. Daher ſtellt man ſich eine ſolche hindernde Kraft vor, und nennt dieſelbe den Widerſtand der Mittel.

Dieſer rührt blos von der Trägheit her, da der im vorigen Artikel betrachtete Widerſtand feſter Körper vom Zuſammenhange herkömmt. Flüßige Materien haben aber auch einigen, wiewohl geringen Zuſammenhang, oder eine Zähigkeit, aus welcher gleichfalls ein Widerſtand entſtehen muß; daher ſchon im Voraus vermuthet werden kan, daß die blos auf Trägheit gebaute Theorie mit der Erfahrung nicht genau übereinſtimmen werde.

Newton, deſſen unerſchöpflichem Erfindungsgeiſte wir dieſe Theorie zu verdanken haben, hat dieſelbe im zwey-

ten Buche ſeiner Principien in großer Allgemeinheit abgehandelt, und mit Verſuchen verglichen, welche darzuthun ſcheinen, daß bey denen in der Natur vorgehenden Bewegungen der Widerſtand dem Quadrate der Geſchwindigkeit proportional befunden werde. Dieſe Theorie ſelbſt hängt genau mit der Lehre vom Stoße flüßiger Materien gegen feſte Körper zuſammen, weil die Wirkung eben dieſelbe ſeyn muß, es mag ſich der feſte Körper im ruhenden flüßigen, oder der flüßige gegen den ruhenden feſten bewegen. Es beruhen alſo hierauf die Berechnungen des Stoßes gegen die Schaufeln der Waſſerräder und Windmühlenflügel, ſo daß die Lehre vom Widerſtande die Grenze wird, an welcher Mechanik und Hydrodynamik in einander fließen.

Man glaubte ſchon durch **Newtons** Bemühungen dieſe Lehre zur überzeugenden Richtigkeit gebracht, als **Robins** im Jahre 1752 bey Unterſuchung der Bahn, welche abgeſchoßene Kugeln in der Luft beſchreiben, ungemein große Abweichungen von derſelben entdeckte, und dadurch die beym Worte **Balliſtik** (Th. I. S. 236.) erzählten neuern Bemühungen veranlaßte. **Euler** hatte die allgemeine Lehre vom Widerſtande gegen bewegte Punkte ſchon in ſeiner Mechanik (Mechanica. Petrop. 1736. 4. maj. Tom. I. c. 4. §. 367. ſeqq.) abgehandelt, woraus Herr **Käſtner** (Anfangsgründe der höhern Mechanik Cap. V. S. 64 u. f.) einen Auszug giebt. Die Lehre vom Stoße des Waſſers findet man bey **Käſtner** (Hydrodynamik §. 316. u. f. 336 u. f.), die vom Widerſtande flüßiger Mittel bey **Karſten** (Lehrbegrif der geſamten Mathematik, vierter Theil, Mechanik, Greifsw. 1769. 8. Abſchnitt XIX. XX.) gröſtentheils nach Bernoulli und Euler vorgetragen. Die Theorie läßt überall viel Ungewißheit übrig, und eben ſo wenig entſcheiden die Verſuche, deren vorzüglich in Frankreich ſehr viele und auf mancherley Art angeſtellt worden ſind. **De Borda** (Exp. ſur la réſiſtance de l'air in den Mem. de Paris 1763. Exp. ſur la réſiſt. de l'eau, in Mem. 1770.), **d'Alembert**, **Bezout**, **Boſſut** u. a. haben daraus Folgerungen gezogen, durch welche Newtons Theorie auf mehr als eine Art Abänderungen zu leiden ſcheint.

Die Unterſuchung der Geſetze des ſchiefen Stoßes flüßiger Materien und des Widerſtands auf krumme Flächen iſt von der göttingiſchen Societät zur Preisfrage auf 1791 aufgegeben worden.

Es ſcheint anfänglich, als ob ſich die Größe des Widerſtandes aus den Geſetzen des Stoßes müſte finden laſſen, da doch das Forttreiben der flüßigen Maſſe im Grunde nichts anders, als Mittheilung der Bewegung, iſt. Man findet auch in der That, wenn die vorangehende ebne und auf die Richtung ſenkrechte Fläche des bewegten Körpers $= b$, ſeine Geſchwindigkeit $= c$ und die Dichte des widerſtehenden Mittels $= n$ geſetzt wird, den Widerſtand als bewegende Kraft betrachtet, oder $R = \frac{\lambda n b c^2}{2g}$ (wo λ für unelaſtiſche Körper $= 1$, für elaſtiſche $= 2$ iſt, ſ. Stoß, S. 228). Hiebey bleibt aber unbeſtimmt, wie groß man λ zu nehmen habe; überdies ſtößt der feſte Körper nicht auf völlig ruhende Theile der flüßigen Materie, ſondern auf ſolche, welche von den vorher ausweichenden ſchon in Bewegung geſetzt ſind, auch weichen viele Theile ſeitwärts aus, welches ſchon erwarten läſt, daß die Erfahrung den Widerſtand geringer, als vorige Formel, und λ kleiner als 1 und 2, angeben werde. Aus **Newtons** Verſuchen ſchien zu folgen, daß $R = \frac{nbc^2}{4g}$ d. i. $\lambda = \frac{1}{2}$ ſey, oder weil $\frac{c^2}{4g}$ die der Geſchwindigkeit c zugehörige Höhe h ausdrückt, (ſ. Fall der Körper, Th. II. S. 125.) daß $R = nbh$. Dieſer Ausdruck gehört dem Gewichte einer Säule von der Dichtigkeit n und dem Volumen bh zu. Daher läſt ſich Newtons Satz ſo ausdrücken: **Der Widerſtand iſt dem Gewichte einer Säule des Fluidi gleich, welche die Vorderfläche des bewegten Körpers zur Grundfläche, und die ſeiner Geſchwindigkeit zugehörige Höhe zur Höhe hat.** Newtons Verſuche ſind bey ganz geringen Geſchwindigkeiten angeſtellt. Bey ſchnellern Bewegungen, z. B. der Geſchützkugeln, iſt es entſchieden, daß man den Widerſtand weit größer, vielleicht 2 bis 3 mal

ſo groß ($\lambda = 1$ bis $\frac{3}{2}$) annehmen müſſe. Bey dieſer Ungewißheit ſetzt man im Allgemeinen $R = 2\lambda nbh$.

Aus dieſer Formel fließen nun folgende Lehrſätze, welche in die meiſten Lehrbücher der Phyſik aufgenommen ſind.

Bey gleicher Fläche und gleicher Dichtigkeit des Mittels verhält ſich die Stärke des Widerſtands, wie die Höhe, die der Geſchwindigkeit zugehört, oder wie das Quadrat der Geſchwindigkeit. Man nennt dies das Geſetz des Widerſtandes, und es ſcheint für Bewegungen, die nicht allzuſchnell oder allzulangſam ſind, durch alle Erfahrungen beſtätigt zu werden. In der Naturlehre führt man immer den Grund davon an, daß bey doppelter Geſchwindigkeit nicht allein doppelt ſo viel Theile fortgeſtoßen werden, ſondern auch jeder derſelben eine doppelte Geſchwindigkeit erhalte, daher ein vierfacher Verluſt an Größe der Bewegung entſtehe u. ſ. w. Eine ſo allgemeine Betrachtung reicht aber nicht hin, den Satz zu beweiſen. Er muß vielmehr auf Erfahrungen gegründet werden, und dieſe ſcheinen doch bey ſehr ſchnellen und langſamen Bewegungen andere Geſetze des Widerſtandes anzugeben.

Bey gleicher Fläche und Geſchwindigkeit verhält ſich die Stärke des Widerſtandes, wie die Dichtigkeit des Mittels. Dieſer Satz, auf den Newton ſehr viel rechnete, iſt ungleich zweifelhafter, als der vorhergehende. Die Verſuche des Ritters von Borda widerſprechen ihm faſt gänzlich, und es ſcheint, als ob der Formel für jede Materie ein beſonderer Coefficient müſſe beygefügt werden, den man nicht anders, als durch Verſuche beſtimmen kann. Daher ſind auch alle Vorſchläge, Dichtigkeiten der Luft durch ihren Widerſtand gegen das Pendel zu meſſen, ohne Erfolg geblieben.

Bey gleicher Geſchwindigkeit in eben demſelben Mittel verhält ſich die Stärke des Widerſtandes, wie die Oberfläche, wobey vorausgeſetzt wird, daß dieſe Fläche eben ſey, und auf der Richtung des Weges ſenkrecht ſtehe. Auch dieſem Geſetze ſcheinen die Verſuche von Borda zu widerſprechen; aber Herr Kramp urtheilt, es ſey zu natürlich, um unwahr zu ſeyn.

Dieſe Formel drückt den Widerſtand R als bewegende Kraft aus, und wird alſo mit der Maſſe oder dem Gewichte des bewegten Körpers dividirt, etwas geben, das ſich als beſchleunigende Kraft anſehen, und mit der Schwere $=1$ vergleichen läſt. Man ſtelle ſich nun vor, der bewegte Körper ſey ein Cylinder von der Grundfläche $=b$, der Höhe $=a$, und der Dichte oder ſpecifiſchen Schwere $=m$, ſo iſt deſſen Gewicht $= mab$. Dividirt man hiemit in $R = 2\lambda nbh$, ſo findet ſich die beſchleunigende Kraft des Widerſtandes $= \frac{2\lambda nh}{ma}$, d. h. um ſoviel iſt die beſchleunigende Kraft, welche ſonſt bey dieſer Bewegung ſtatt finden würde, in jedem Augenblicke wegen des Widerſtandes zu vermindern.

Man erleichtert die Rechnungen über den Widerſtand, indem man ſich diejenige Geſchwindigkeit vorſtellt, bey welcher der Körper von dem flüßigen Mittel gerade ſo viel Widerſtand leiden würde, als ſein Gewicht beträgt, oder bey welcher die beſchleunigende Kraft des Widerſtandes der Schwere 1 gleich wäre. Die Höhe, welche dieſer Geſchwindigkeit zugehört, nennt Euler den **Exponenten des Widerſtandes**. Wir wollen ſie hier mit dem Buchſtaben H bezeichnen. Verhält ſich nun der Widerſtand ſelbſt allemal, wie c^2, oder wie h; und iſt er (als beſchleunigende Kraft) $=1$, wenn $h=H$ iſt, ſo folgt hieraus, daß er allemal $= \frac{h}{H}$ ſeyn müſſe. Dieſer Ausdruck iſt ſehr bequem; man kann nun die beſchleunigende Kraft, wenn ſie bey der Bewegung im leeren Raume $=f$ geweſen wäre, jetzt im widerſtehenden Mittel $=f - \frac{h}{H}$ ſetzen, welches ſtatt f in die Grundformeln der höhern Mechanik gebracht, die Fragen von der Bewegung in widerſtehenden Mitteln allgemein beantwortet, obgleich dazu noch ſehr feine Kunſtgriffe der Rechnung des Unendlichen gehören. Alsdann muß H bey der Anwendung auf jeden Fall beſonders beſtimmt werden.

Beym vorhin angenommenen Cylinder iſt $\frac{h}{H} = \frac{2\lambda nh}{ma}$, mithin der Exponent $H = \frac{ma}{2\lambda n}$. Er verhält ſich alſo direct, wie die ſpecifiſche Schwere des bewegten Cylinders, und wie deſſen Höhe oder Axe, und umgekehrt, wie die Dichtigkeit des widerſtehenden Mittels, wobey freylich angenommen wird, daß der Coefficient λ ſtets einerley Größe behalte, und der bewegte Körper ein Cylinder, oder wenigſtens ein Priſma ſey, deſſen ebne Grundfläche in der Richtung der darauf ſenkrechten Axe vorangeht.

Hat der bewegte Körper eine andere Geſtalt oder Lage, ſo ändern ſich Stärke und Exponent des Widerſtands, und wieviel dieſe Aenderung betrage, muß nun aus den Geſetzen des ſchiefen Stoßes gefunden werden. Zum Unglück aber ſind dieſe Geſetze noch weit entfernt, uns Reſultate zu geben, welche mit der Theorie übereinſtimmten. Nach der gewöhnlichen Theorie, welche Karſten (a. a. O. §. 303. u. f.) ausführt, ſoll der Widerſtand, der auf die erhabne Fläche einer Kugel ausgeübt wird, halb ſo groß ſeyn, als derjenige, dem ihr gröſter Kreis bey gleicher Maſſe ausgeſetzt wäre. Allein die Verſuche des Ritters de Borda ſind dieſem Ausſpruche gänzlich entgegen, und es ſcheint aus ihnen eher zu folgen, daß der Widerſtand gegen die Kugel nur zwey Fünftel von dem beträgt, der auf ihren gröſten Kreis ausgeübt würde, welches auch die meiſten neuern Mathematiker annehmen.

Newton ſelbſt erkannte ſchon, daß ſeine Theorie den Erfahrungen nicht allenthalben Gnüge leiſte. Zwar bey den Verſuchen, die er im Jahre 1710 durch Hawksbee in der Paulskirche zu London anſtellen ließ, um den Widerſtand der Luft zu prüfen, waren die Abweichungen nicht beträchtlich (ſ. Princip. philoſ. L. II. Prop. XL. Schol.) Man ließ verſchiedene hohle Kugeln von Glas aus einer Höhe von 220 engliſchen Fuß herabfallen, beobachtete die Zeiten des Falles, und berechnete dann aus ihrem Gewicht und Durchmeſſer, nebſt der Dichte der Luft (welche 860mal

leichter, als Waſſer, geſetzt ward) die Fallhöhen, welche den beobachteten Zeiten bey Betrachtung des Widerſtandes zukommen müßten. Man fand folgende Reſultate

Gewicht der Kugeln	Durchmeſſer	Zeiten des Falles	Berechnete Höhen
510 Gran	5,1 Zoll	8 Sec. 12 Tert.	226 Fuß 11 Zoll
642 ƨ	5,2 ƨ	7 ƨ 42 ƨ	230 ƨ 9 ƨ
599 ƨ	5,1 ƨ	7 ƨ 42 ƨ	227 ƨ 10 ƨ
515 ƨ	5,0 ƨ	7 ƨ 57 ƨ	224 ƨ 5 ƨ
483 ƨ	5,0 ƨ	8 ƨ 12 ƨ	225 ƨ 5 ƨ
641 ƨ	5,2 ƨ	7 ƨ 42 ƨ	230 ƨ 7 ƨ

Dieſe berechneten Höhen weichen von 220 Fuß noch nicht 11 Fuß, und eine davon nur $4\frac{1}{2}$ Fuß, ab. Faſt noch genauer trafen die Verſuche zu, welche **Deſaguliers** 1719 mit leichten hohlen Kugeln aus Schweinsblaſen anſtellte, die er durch 272 Fuß fallen ließ. Die Reſultate waren

Gewicht	Durchmeſſer	Zeiten d. Fall.	Berechnete Höhen
128 Gran	5,28 Zoll	19 Sec.	271 Fuß 11 Zoll
156 ƨ	5,19 ƨ	17 ƨ	272 ƨ $10\frac{1}{2}$ ƨ
$137\frac{1}{2}$ ƨ	5,3 ƨ	$18\frac{1}{2}$ ƨ	272 ƨ 7 ƨ
$97\frac{1}{2}$ ƨ	5,26 ƨ	22 ƨ	277 ƨ 4 ƨ
$99\frac{1}{2}$ ƨ	5,0 ƨ	$21\frac{1}{8}$ ƨ	282 ƨ 0 ƨ

wovon die drey erſten nicht um einen Fuß von der wahren Höhe abweichen. Wie viel hiebey der Widerſtand der Luft ausmache, ſieht man daraus, daß im leeren Raume die Körper in 8 Sec. durch 1000, in 16 Sec. durch 4000 Rheinl. Fuß gefallen ſeyn würden. Aehnliche Verſuche über den Widerſtand des Waſſers ſtimmten eben ſo gut mit dieſer Theorie überein.

Aber durch eine Reihe Verſuche mit dem Pendel bemerkte **Newton** (Prop. XXXI. Schol.), daß bey ſehr kleinen Schwingungen deſſelben alle Folgen des Satzes, daß der Widerſtand dem Quadrate der Geſchwindigkeit proportional ſey, von der Erfahrung ſich entfernten. Er ward überzeugt, daß der Widerſtand wenigſtens von zwey Urſachen herrühre, von welchen nur die eine jenem Geſetze, die andere aber einem andern folge, und daß dieſe letztere Ur-

ſache beſonders bey langſamen Bewegungen ſehr merklich wirke. Er ſahe ſich endlich genöthiget, über dieſen zweyten Theil des Widerſtands die Unterſuchung gänzlich abzubrechen.

Uebrigens zeigen die Verſuche von Deſaguliers (Phil. Trans. num. 362.), daß dichte Bleykugeln von 2 Zoll Durchmeſſer in $4\frac{1}{2}$ Secunden um 50 Fuß weniger tief fallen, als ſie im leeren Raume fallen würden, und daß gläſerne hohle Kugeln von $5\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer in 6 Secunden um 288 Fuß zurückbleiben. Dem Widerſtande der Luft iſt es lediglich zuzuſchreiben, daß ſchwere und dichte Körper ſchneller, als leichte, fallen. Aus eben dem Grunde ſchwingen auch ſchwerere Pendel wirklich geſchwinder, als leichtere von gleicher Länge. In dichtern Fluidis ſchwingen die Pendel langſamer, als in dünnern, einmal weil in jenen der Widerſtand ſtärker iſt, und dann, weil durch den Gewichtsverluſt im dichtern Flüßigen die beſchleunigende Kraft der Linſe mehr vermindert wird.

Lambert (Von dem Gange der Penduluhren in den berliner Ephemeriden für 1776. II. Th. S. 215. u. f.), der auf die zuletzt angegebne Urſache aufmerkſam macht, ſchlägt dabey die Pendel zu meteorologiſchem Gebrauch vor, um die Dichte der Luft zu beobachten. Bouguer hatte ſchon dergleichen Verſuche gemacht, ſ. Höhenmeſſung (Th. II. S. 621.) und Herr de Sauſſure beſchloß auf den Vorſchlag des Herrn Gruber in Prag dieſelben auf dem Col du Geant zu wiederholen; allein der Erfolg lehrte, daß das Pendel hiezu ſehr unbequem und unſicher ſey. (ſ. *Rozier* Journal de phyſ. Fevr. 1790. p. 98. ſqq. und in Gren Journal d. Phyſik, 1790. 6tes Heft. S. 383. u. f.). Die Dichte der Luft an jedem Orte unmittelbar zu beobachten, dient weit beſſer das von Fouchy verbeſſerte Guerickiſche Manometer, oder die in den Abhandlungen der böhmiſchen gelehrten Geſellſchaft für 1788 beſchriebene Luftwage, mit welcher Herr Gerſtner auf dem Rieſengebirge Beobachtungen angeſtellt hat (ſ. Beobachtungen auf Reiſen nach dem Rieſengebirge, von Jiraſek, Haenke, Gruber und Gerſtner. Dresden 1791. 4.). Solche Beob-

achtungen müſten wohl erſt zum Grunde gelegt werden, um die Dichte der Luft vorher zu beſtimmen; alsdann würde man vielleicht die mit Pendeln gemachten Verſuche beſſer nützen können, nicht die Dichte zu erfahren, ſondern die Theorie des Widerſtands der Luft zu vervollkommnen.

In den Bahnen der Geſchützkugeln verurſacht dieſer Widerſtand Abweichungen, deren Größe für ein Fluidum, welches auf 6000mal leichter, als das darin bewegte Metall iſt, ganz ungeheuer und unerwartet ausfällt. Man hat ſich bisher vergebens bemüht, die Theorie dieſer Wirkungen gänzlich aufs Reine zu bringen; es ſcheint dabey noch an phyſikaliſchen Kenntniſſen zu fehlen, um die Gründe berichtigen zu können, auf welche die Mathematiker bisher, vielleicht zu frühzeitig, gebaut haben.

Die Erfindung der Aeroſtaten eröfnete neue Ausſichten für dieſe Lehre. Die aeroſtatiſchen Kugeln ſteigen ohne alle Mitwirkung einer bewegenden Kraft blos durch ihre ſpecifiſche Leichtigkeit auf, und werden von einer der Schwere entgegengeſetzten beſchleunigenden Kraft getrieben, deren Verhältniß zur Schwere durch genaue Abwägungen beſtimmt werden kan. Dabey findet eine ſehr mäßige Geſchwindigkeit ſtatt, welche mehr Uebereinſtimmung zwiſchen Theorie und Erfahrungen erwarten läſt. Dieſe Vortheile bewogen die Mathematiker, die Geſetze der Bewegung für dieſen Fall beſonders zu unterſuchen, eine Arbeit, womit ſich ſelbſt der große **Euler** noch wenig Tage vor ſeinem Tode beſchäftiget hat. Auflöſungen dieſer Aufgabe haben die Herren **Meusnier** (in *Faujas de St. Fond* Deſcription des exp. de la machine aëroſtatique. Paris, 1783. 8. p. 49 ſqq. der deutſch. Ueberſ. Leipzig 1784. gr. 8. S. 41. u. f.) und **Kramp** (Geſchichte der Aeroſtatik. Straßburg, 1784. gr. 8. 11 — 16 Abſchnitt) mitgetheilt, und mit dem aeroſtatiſchen Verſuche auf dem Marsfelde vom 27 Aug. 1783 verglichen, ſ. **Aeroſtat**. Aber alle die ſchönen Hofnungen, wozu man ſich damals berechtiget hielt, ſind verſchwunden, ſeitdem ſich die aeroſtatiſchen Verſuche unglücklicher Weiſe in Händen befinden, die ſie ganz zu geldbringenden Schauſpielen herabwürdigen.

Wäre der Raum, in dem ſich die Planeten bewegen, mit einer merklich widerſtehenden Materie erfüllt, ſo müßten dadurch die Axen der Planetenbahnen und die Umlaufszeiten um die Sonne von Zeit zu Zeit kürzer werden. Man hat doch bisher noch keine entſchiedenen Spuren hievon gefunden, ſ. **Aether** (Th. I. S. 86.). Daraus folgt, daß die Materie, die ſich in dieſem Raume befindet, äuſſerſt dünn ſeyn müſſe. Das Daſeyn einer Materie im Himmelsraume iſt wahrſcheinlich, auch von **Newton** nicht gelåugnet worden, als welcher nur den abſolut vollen Raum des **Descartes** beſtreitet. Er erweiſet (L. II. Prop. 38.) daß ſich der Widerſtand zu der Kraft, welche einer Kugel in der Zeit, in welcher ſie $\frac{8}{3}$ ihres Durchmeſſers durchläuft, ihre ganze Bewegung nehmen würde, allemal wie die Dichte des Mittels zur Dichte der Kugel verhalte. Hieraus folgt, daß im abſolut dichten Mittel, wo beyde Dichtigkeiten gleich wären, jede Kugel aufhören müſte, ſich zu bewegen, ſo bald ſie $\frac{8}{3}$ ihres Durchmeſſers zurückgelegt hätte.

Käſtner Anfangsgründe der höhern Mechanik. Göttingen, 1766. 8. I. Abſchn. 5 Cap. S. 64 u. f.

Karſten Lehrbegrif der geſammten Mathematik, viert. Th. Mechanik. Greifsw. 1769. 8. XIX. Abſchnitt.

Kramp Geſchichte der Aeroſtatik. Erſter Theil. Straßburg, 1784. gr. 8. X. Abſchn. S. 155 u. f.

Wind, Ventus, *Vent*. Die Bewegung der Luft im Luftkreiſe. Wird an irgend einer Stelle des Luftkreiſes das Gleichgewicht zwiſchen ihr und den benachbarten in Abſicht auf Druck, Dichte, Elaſticität ꝛc. gehoben, ſo dringt der ſtärkere Theil dahin, wo er geringern Widerſtand findet, und es entſtehen dadurch die Bewegungen, welche wir **Winde**, und in heftigern Graden **Windsbrauten**, **Stürme**, **Orkane** nennen.

Man giebt den Winden nach der Weltgegend, von der ſie kommen, die Namen der **Nord- Süd- Oſt- Weſtwinde**, und legt eben ſo denen, die nicht gerade aus einer Hauptgegend wehen, den Namen der zugehörigen Nebengegend bey. So werden der Richtung nach 32

Winde unterſchieden, ſ. Weltgegenden, welches zum praktiſchen Gebrauch für Schiffahrt und Meteorologie mehr als hinreichend iſt, da ohnedem die Natur der Sache keine vollkommne Genauigkeit verſtattet.

Man hat die Fragen aufgeworfen, ob die Bewegung der Luft beym Winde gerade fortgehend (motus progreſſivus), oder wellenförmig ſey, oder ob ſie ſich, wie der Schall, von einem Orte nach allen Seiten zu ausbreite. Auf der Erdfläche, wo die Winde gegen allerley Hinderniſſe ſtoßen, können ohne Zweifel alle dieſe Arten der Bewegung ſtatt finden; in der Höhe aber giebt der Gang der Wolken Anlaß, einen geradlinigten Fortgang des Windes zu vermuthen.

Die meiſten Winde ſind horizontal, oder weichen doch nicht viel von der wagrechten Richtung ab. Bisweilen giebt es jedoch in der Luft Ströme, die nach allerley Winkeln abwärts oder aufwärts geneigt, oder wohl gar lothrecht ſind. Eine erwärmte oder ſonſt leichter gewordene Luft rückt in die Höhe; dagegen ſinkt die kälter oder ſchwerer gewordene nieder, bis das Gleichgewicht erhalten iſt. Auf ſolche Art können Luftſtröme nach unzählbar verſchiedenen Richtungen entſtehen.

An einigen Orten ſind die Winde das ganze Jahr hindurch **beſtändig**; an andern verändern ſie ſich **periodiſch** nach gewiſſen Geſetzen; an ſehr vielen findet man lauter **veränderliche** Winde mit unaufhörlichem Wechſel und Ungleichheit.

Auf dem Weltmeere wehet zwiſchen den Wendekreiſen und noch einige Grade über dieſelben hinaus ein **beſtändiger Oſtwind**, der ſich jedoch nordwärts der Linie mehr nach Nordoſt, und ſüdwärts derſelben nach Südoſt zieht, und ſich bey dieſer Abweichung nach dem Stande der Sonne richtet. Wenn nemlich die Sonne in den nördlichen Zeichen ſtehet, ſo zieht ſich dieſer Wind auf der Nordſeite weniger nach Norden, dagegen aber auf der Südſeite mehr nach Süden; und beym Stande der Sonne in den ſüdlichen Zeichen geſchieht gerade das Gegentheil. Die Beſchaffenheit dieſer Winde (*Vents alizés*, engl. Trade-winds)

hat Halley (An hiſtorical account of the trade-winds and monſoons &c. in den Philoſ. Trans. num. 183. p. 153.) zuerſt genauer dargeſtellt, und Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. Tom. II. Tab. LXIV.) giebt nach ihm und Dampier eine Karte darüber, deren Anblick ihre Richtungen und die Abänderungen derſelben ganz deutlich überſehen läſt.

Halley nimmt als Urſache dieſer beſtändigen Winde mit Recht die Erwärmung des Luftkreiſes durch die Sonne an. Da dieſe beſtändig zwiſchen den Wendekreiſen von Oſten nach Weſten umläuft, ſo wird an dem Orte, in deſſen Scheitel ſie ſteht, die Luft am ſtärkſten erwärmt, und die daſelbſt befindliche Luftſäule ausgedehnt. Dadurch erhebt ſich dieſer ganze Theil des Luftkreiſes, muß aber, weil er aus einer flüßigen Materie beſteht, oben auf allen Seiten abfließen. Damit nun das Gleichgewicht wieder hergeſtellt werde, wird die untere kältere Luft von allen Seiten zufließen, durch die Sonne wieder erwärmt werden, und ſo dieſen Umlauf immer fortſetzen. Weil ſich aber der Ort, wo dieſes geſchieht, verändert und mit der Sonne von Morgen gegen Abend fortrückt, ſo fließt die erwärmte Luftſäule vornehmlich gegen Morgen zu über, und es bewegt ſich dagegen die untere kältere Luft vornehmlich von Morgen gegen Abend, daher an den Orten der Erde, über welche die Sonne gerade hinweggeht, und in der Nähe derſelben, ein beſtändiger Morgenwind merklich ſeyn muß. Zugleich muß ſich dieſer Wind nach dem Stande der Sonne in der Ekliptik richten, woraus ſich die angeführten Abweichungen von der Morgengegend mit ihren Veränderungen ganz leicht erklären.

D'Alembert (Reflexions ſur la cauſe generale des vents, piece, qui a remporté le prix par l'acad. royale de Pruſſe pour l'année 1746. à Berlin 1747. 4.) unterſucht, welchen Einfluß die Anziehung des Monds auf die Geſtalt des Luftkreiſes haben müſſe. Man ſieht leicht, daß der Mond eben ſowohl in der Luft, als im Meere, eine abwechſelnde Ebbe und Fluth veranlaſſen muß, obgleich das Barometer nichts davon anzeigt. D'Alembert findet,

daß dieſe Luftfluth viel zu gering ſey, um jemals durch eine Barometerveränderung merklich zu werden, daß aber dennoch hieraus ein beſtändiger Luftſtrom von Oſten nach Weſten entſtehen müſſe, daher man dieſe Urſache bey der Erklärung des beſtändigen Oſtwinds wenigſtens mit zu Hülfe nehmen muß. Beyde Urſachen haben ihre ſtärkſte Wirkung zwiſchen den Wendekreiſen, und verlieren ſich gänzlich in einer Breite von etwa 30°.

Wäre die Erdfläche eben und gleichartig, entweder überall trocken, oder ganz mit Waſſer bedeckt, ſo würde der Oſtwind zwiſchen den Wendekreiſen ſtets auf die angeführte Art herrſchen. Allein es liegen hier viel Hinderniſſe im Wege. Das Weltmeer iſt durch zwo oder drey Landzungen und viele Inſeln zertheilt, welche die Wärme nicht auf gleiche Art mit dem Waſſer annehmen, dem Winde widerſtehen und ihm oft eine ganz entgegengeſetzte Richtung geben. Ueberhaupt nimmt das Waſſer die Abwechſelungen der Wärme und Kälte nicht ſo ſchnell und ſtark, als das Land, an. Der ſandige Boden von Nigritien z. B. wird von der Sonne weit ſtärker erhitzt, als das Meer; daher muß die kältere Luft vom Meere herbeyſtreichen, und von der Inſel Palma längſt den Küſten von Biledulgerid und Nigritien einen beſtändigen Nordweſtwind verurſachen. Eben ſo iſt die Beſchaffenheit des Bodens in Guinea und Biafara, wodurch ein Zuſtrömen kälterer Luft vom äthiopiſchen Meere her, und ein Südwind längſt der Küſte der Caffern und Angola veranlaſſet wird. Aus ähnlichen Gründen läſt ſich ſehr vieles von der großen Verſchiedenheit der Winde an den Küſten erklären, deſſen umſtändliche Ausführung, welche hier zu weitläuftig fallen dürfte, bey Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2558–2576) nachgeleſen werden kan. Den allgemeinen Oſtwind findet man an der öſtlichen Küſte von Afrika ſchon 15 Meilen weit vom Lande, an der Küſte von Amerika hingegen nicht eher, als 50 Meilen von demſelben. Im ſtillen Meere herrſcht er mit mehr Stärke und Beſtändigkeit, indem der Widerſtand daſelbſt ſeltner und geringer iſt. Unter der Linie iſt der Himmel vom März bis zum Septem-

der klar, aber im Januar erheben ſich die Stürme, welche gegen den ſüdlichen Wendekreis zu immer allgemeiner und heftiger werden, je größer die Breite iſt. Sie kommen gemeiniglich von Weſten, ſo daß es das Anſehen hat, als würde der Luftſtrom von den Andes gebrochen und nach ihrer Richtung geleitet.

Zu den periodiſchen Winden gehören außer den Paſſatwinden oder Monſoons im indiſchen Meere, von welchen ein eigner Artikel handelt, auch die abwechſelnden **Land- und Seewinde** an den Küſten der heißen Zone. Die Landwinde wehen bey Nacht nach der See zu; die Seewinde bey Tage vom Meere landwärts. So entſteht auf Domingo gemeiniglich ein Oſtwind vom Meere her von 10 Uhr Vormittags, hingegen um 6 oder 7 Uhr Abends ein Weſtwind vom Lande, welcher die ganze Nacht hindurch anhält. Die Seewinde ſind an den Vorgebirgen am ſtärkſten, in den Meerbuſen am ſchwächſten, herrſchen rund um die Inſeln, und ſind bey klarem Wetter regelmäßig. Doch gehen ſie nie weit ins Land hinein. Die Landwinde gehen auf den Inſeln von der Mitte aus nach allen Seiten; zuweilen reichen ſie kaum bis über die Ufer, zuweilen gehen ſie eine halbe Meile und noch weiter ins Meer. Sie dauern deſto kürzer, je ſtärker ſie ſind. Von den Vorgebirgen kommen die ſchwächſten Landwinde, dagegen ſind die in den Meerbuſen die ſtärkſten.

Dieſe Erſcheinungen ſetzen es auſſer Zweifel, daß die ungleiche Erwärmung und Abkühlung der Land- und Seeluft den wahren Grund dieſer abwechſelnden Winde enthalte. In der Nacht wird das Land ſchneller erkältet, und die untere dichtere Luft verbreitet ſich gegen die auf dem Meere liegende dünnere, dagegen am Tage wegen der ſchnellern und ſtärkern Erwärmung des Landes das Gegentheil geſchieht.

In den gemäßigten und kalten Zonen herrſchen **unbeſtändige Winde** (venti liberi). Es ſind zwar immer an jedem Orte gewiſſe Winde häufiger, als andere; aber ſie finden ſich hier nicht zu beſtimmten Zeiten und in regelmäßiger Ordnung ein. **Muſſchenbroek** giebt für Utrecht

aus Beobachtungen von 29 Jahren im Durchſchnitte für jedes Jahr 42 Tage Nordwind, 33 N. W, 77 W., 58 S. W., 33 S., 26 S. O, 43 N. O an; **Krafft** für Tübingen aus 9jährigen Beobachtungen 20 Tage N., 11 N. W, 61 W., 26 S. W., 11 S., 6 S. O, 60 O., 15 N. O., 155 Tage Windſtille an. An beyden Orten iſt der Weſtwind der häufigſte. In Holland fehlen die Oſtwinde faſt gänzlich, und Südoſt iſt der ſeltenſte, wovon **Muſſchenbroek** zwo Urſachen angiebt, einmal, weil Holland ſtets feuchter und kälter, als das gegen Oſt und Südoſt liegende Deutſchland, iſt, und dann, weil die Gebirge in der Schweiß, Tyrol, der Pfalz und Jülich dieſe Winde abhalten. Gegen den Nordpol ſcheint der Nordwind, gegen den Südpol der Südwind mehr herrſchend zu werden. Bisweilen herrſchen anhaltende Winde eine Zeitlang durch ganze Länder; zu anderer Zeit ſind die Winde, ſelbſt an nahe gelegnen Orten, ganz unterſchieden. Sie brechen ſich an Wäldern, Bergen und andern Gegenſtänden, und erhalten nach Beſchaffenheit des Bodens und der Umſtände ſehr verſchiedene Grade der Stärke.

Die beſtändigen Winde wehen ſehr gleichförmig und gelind; ihre Geſchwindigkeit beträgt nicht über 10—15 Fuß in einer Secunde. Die unbeſtändigen hingegen ſind geſchwinder und heftiger. Bey einer Geſchwindigkeit zwiſchen 40 und 60 Fuß in der Secunde führen ſie den Namen der Stürme (procellae), und die noch geſchwindern heißen **Orkane** (*Ouragans*). **Mariotte** ſetzt zwar die Geſchwindigkeit des heftigſten Windes nur auf 32 pariſer Fuß; aber **Derham** (Philoſ. Trans. num. 114.) beobachtete ſchon einen Sturm von 66 engl. Fuß Geſchwindigkeit, wodurch eine ſteinerne Säule von 12 Fuß Höhe, 5 Fuß Breite und 2 Fuß Dicke abgebrochen ward. Ein andermal war die Geſchwindigkeit 81 Fuß in einer Secunde. **Krafft** (Comm. Petrop. Vol. XIII. p. 380.) beobachtete am 24 März 1741 zu Petersburg einen Orkan, der in einer Secunde $109\frac{7}{10}$ rheinl. Fuß durchlief, und zu anderer Zeit einen von 123 Fuß.

Dieſe unbeſtändigen Winde haben einen ungleichen Gang. Bald legen ſie ſich, um gleichſam auszuruhen, bis aufs neue ein deſto heftigerer Stoß erfolgt. Vielleicht kömmt dieſes von einer wellenförmigen Bewegung her, bey der die Luftwellen eben ſo, wie die im Waſſer, durch Zwiſchenräume getrennt ſind. Der Wind iſt gemeiniglich etwas über der Erde am ſtärkſten, wo ihn kein Hinderniß ſchwächt, daher auch auf der See heftiger, als auf dem Lande, und auf dem flachen Felde ſtärker, als an waldigten Orten. Auf den Gipfeln hoher Berge wüten die Stürme mit erſtaunlicher Gewalt.

Man hat viele Beyſpiele von ſehr gewaltſamen Wirkungen der Winde. Muſſchenbroek führt an, daß am 8 Auguſt 1749 der Wind in Schleſien 17 Mühlen umwarf, zu einer Zeit, da in Leiden eine vollkommne Windſtille herrſchte. Im Jahre 1680 ward ohnweit Warſchau ein ganzer Kirchthurm mit Glocken und allem Zubehör abgehoben und auf ein entlegnes Haus geführt (Journal des Savans, 1680. p. 241). In eben demſelben Jahre am 7. Junii ſtürzte in Frankreich ein Orkan mehrere Schlöſſer und Kirchen ein, und führte einen Kirchthurm mit den Glocken 100 Schritt weit fort. Im Jahre 1766 den 13 Auguſt zerſtörte der Sturm auf Domingo 6 Kirchen von Grund aus, und hob von vier andern die Dächer ab, wobey 69 Fahrzeuge ſtrandeten und 335 Perſonen umkamen.

Das Vermögen des Windes hängt von ſeiner Geſchwindigkeit und von der Dichte der Luft ab. Muſſchenbroek (Introd. To. II. §. 2619 ſqq.) führt einige Rechnungen hierüber, wobey er annimmt, das Moment des Windes verhalte ſich, wie das Produkt der Luftmaſſe in das Quadrat der Geſchwindigkeit. Nach dieſem Satze müſſen ſich die Geſchwindigkeiten von Waſſer und Luft, wenn beyde gleiche Wirkung thun ſollen, wie die Quadratwurzeln aus ihren ſpecifiſchen Schweren (etwa wie 1 zu 24 bis 30) verhalten. Die Verſuche lehren auch, daß die Luft 24mal ſchneller, als das Waſſer, gehen müſſe, um mit dieſem gleiche Wirkung auf eine ebne Fläche zu thun. Nun iſt nach de la Hire die Kraft des Stoßes eines fließenden

Waſſers dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich, welche die geſtoßne Ebne zur Grundfläche, und die der Geſchwindigkeit zugehörige Höhe zur Höhe hat. Wenn alſo das Waſſer in einer Secunde 1 pariſer Schuh durchläuft, welcher Geſchwindigkeit die Höhe $\frac{1}{60}$ Schuh zugehört, ſo wird die Kraft des Stoßes auf 1 Quadratſchuh Fläche dem Gewichte von $\frac{1}{60}$ Cubikſchuh Waſſer gleich, oder wenn man den Cubikſchuh Waſſer 63 Pfund ſchwer annimmt, = $1\frac{1}{20}$ Pfund ſeyn. Eben ſo groß iſt die Kraft eines Windſtoßes, der in einer Secunde 24 Fuß durchläuft.

Der ſtärkſte beobachtete Sturmwind von 123 Fuß Geſchwindigkeit, geht ohngefähr $5\frac{1}{8}$ mal ſchneller, wird alſo etwa 26 mal ſtärker wirken, und auf 1 Quadratſchuh Fläche mit einer Kraft von $26 . 1\frac{1}{20}$ d. i. etwa 27 Pfund ſtoßen. Hieraus läſt ſich nun bald überſchlagen, daß er auf einen 58 Fuß hohen Baum mit einer Krone von 50 Fuß Breite und einem Stamme von 10 Fuß Höhe eine Kraft von 4200000 Pfund, und auf einen Thurm, der 150 Fuß hoch und auf jeder Seite 30 Fuß breit iſt, eine von mehr als 9 Millionen Pfund ausüben muß.

Auf gleichen Gründen mit dieſer Berechnung beruht die ganze Theorie des Windſtoßes gegen ebne Flächen, welche derſelbe entweder nach ſenkrechten, oder nach ſchiefen Richtungen, wie bey den Windmühlenflügeln, trift. Man findet dieſe Theorie im beſten Zuſammenhange beym Karſten (Lehrbegrif der geſamt. Math. 6ter Theil, 1771. Pnevmatik, IX. Abſchn.) vorgetragen. Gewöhnlich wird angenommen, der Druck, den eine auf die Richtung des Windes ſenkrechte Fläche = b leidet, wenn des Windes Geſchwindigkeit der Höhe h zugehört, und die Dichte der Luft = n heißt, ſey = nbh. Dies kömmt mit Newtons Theorie vom Widerſtande überein. Ueberhaupt iſt der Stoß flüßiger Materien gegen feſte Flächen mit dem Widerſtande einerley, den die Materien thun, wenn ſie ruhen und die Flächen durch ſie hin bewegt werden. Denn es iſt einerley, ob der Wind gegen eine ruhende Fläche ſtößt, oder ob dieſe Fläche mit gleicher Geſchwindigkeit in entgegengeſetzter Richtung durch die ruhende Luft geführt wird. Da-

her läſst ſich die newtoniſche Formel für den Widerſtand $R = nbh$ auch hier gebrauchen; man hat aber zu bedenken, daß andere $R = 2nbh$ annehmen, und im Allgemeinen $R = 2\lambda nbh$ wird, wo der Werth von λ für jeden beſondern Fall erſt durch Erfahrungen auszumachen iſt. Bey ſchnellen Bewegungen iſt es entſchieden, daß R weit größer, als nbh wird, ſ. **Widerſtand der Mittel.**

Beym ſchiefen Stoße unter dem Neigungswinkel α nimmt man den lothrechten Druck des Windes gegen die Ebne $= nbh . \sin \alpha^2$ an, obgleich auch bey dieſem Satze die Schlüße, welche ihn rechtfertigen ſollen, mangelhaft ſind. Ueberhaupt iſt dieſe Lehre vom Stoß und Widerſtande flüßiger Materien ſo vielen Schwierigkeiten ausgeſetzt, daß **Euler** (Dilucidationes de reſiſtentia fluidorum in Comm. Petrop. To. VIII. p. 200.) urtheilt, eine wahre und ſcharf erwieſene Theorie derſelben zu geben, überſteige die Kräfte des menſchlichen Verſtandes.

Die Winde haben ſehr ungleiche Eigenſchaften und Wirkungen, nach Beſchaffenheit der Orte, von denen ſie herkommen. Von Gegenden, welche mit Eis und Schnee bedeckt ſind, wehen ſie kalt, von erhitzten Sandheiden heiß und erſtickend, vom Meere und Seen feucht, von warmen hochliegenden Orten trocken u. ſ. w. Sehr leicht kan alſo der Wind aus einer und eben derſelben Weltgegend für einen Ort geſund, angenehm und vortheilhaft, für einen andern ungeſund, beſchwerlich und ſchädlich ſeyn.

Die Bewegung der Wolken zeigt, daß der Luftkreis in ungleichen Höhen weder einerley Geſchwindigkeit, noch einerley Richtung habe, ja daß die untern Winde den obern zuweilen gerade entgegengehen. Wenn man die Geſchwindigkeit des obern Windes aus der Bewegung der Wolken beurtheilt, ſo findet man ſie ſehr groß, zuweilen, auch bey anhaltenden Winden, auf 30 Fuß in einer Secunde.

Ariſtoteles (Meteor. L. III.), **Seneca** (Quaeſt. nat. V. 12) und **Plinius** (H. N. II. 48.) erwähnen beſondere Arten plötzlicher Stürme und Orkane (repentini flatus) unter den Namen Preſter, Exhydria, Ecnephias, Typhon. Der **Preſter** ſoll ein mit Blitzen begleiteter Sturmwind

ſeyn, und wird insgemein für das anjezt unter dem Namen der Wetterſäule oder Waſſerhoſe bekannte Meteor angenommen, ſ. **Waſſerhoſe.** Die Exhydria, wobey eine Menge Waſſer herabſtürzt, wird gewöhnlich für den Wolkenbruch erklärt; ſo wie der **Eknephias**, der aus einer Wolke hervorbricht, den im äthiopiſchen Meere, und vornehmlich am Cap der guten Hofnung vorkommenden ſogenannten **Travados** ähnlich zu ſeyn ſcheint. Dieſe Travados beſtehen aus kleinen ſchwarzen Wolken, welche ſich bey ſtillem und klarem Wetter zeigen, innerhalb einer kleinen Stunde ſich weit verbreiten, und die ſchrecklichſten Stürme hervorbringen, welche zuweilen den ganzen Compaß durchlaufen, Schiffe umwerfen und alles, was ihnen vorkömmt, zerſtören. Auf der Küſte von Guinea giebt es deren oft 2 bis 3 des Tages, im April, May und Junius; ingleichen in Loango, Guardaful, und auf dem Vorgebirge der guten Hofnung, wo beſonders die Travaten vom Tafelberge unter dem Namen des **Ochſenauges** bekannt ſind. Der **Typhon** (ecnephias vibrans, vortex *Plin.*) wird als ein heftiger ebenfalls aus einer Wolke hervorbrechender Wirbelwind beſchrieben, ſ. **Typhon.**

Die **Wirbelwinde** (turbines) beſtehen aus einer größern oder kleinern mit Heftigkeit um ihre Axe gedrehten Luftſäule, welche zugleich eine fortgehende Bewegung zeigt. Ihre Wirkungen ſind oft ſehr gewaltſam. Großentheils mögen ſie wohl aus wahren Wetterſäulen beſtehen, welche auf dem trocknen Lande eben ſowohl, als auf dem Meere, durch die elektriſche Anziehung können verurſacht werden, ſ. **Waſſerhoſe.** Denn die meiſten hängen mit einer dichten und ſchwarzen Wolke zuſammen, mit der ſie ſich fortbewegen. Gleichwohl können umdrehende Bewegungen der Luft auch aus andern blos mechaniſchen Urſachen, z. B. aus dem Zuſammentreffen entgegengeſetzter Luftſtröme, aus dem Stoße des Windes gegen Hinderniſſe u. ſ. w. entſtehen.

Die Theorie der Winde, ſo wichtig ſie auch für die Meteorologie ſeyn würde, iſt doch noch immer ſehr weit von ihrer Vollkommenheit entfernt. Der Kanzler **Bacon**

(Hiſtoria naturalis et experimentalis de ventis 1664. in Bacon's Works by P. *Shaw*. London, 1733. 4. Vol. III. p. 441.) gab zwar ſchon an der Lehre von den Winden ein vortrefliches Beyſpiel ſeiner Methode, geſammlete Erfahrungen zu ordnen, und von ihnen zur Entdeckung der Geſetze und phyſiſchen Urſachen fortzuſchreiten. Indeſſen ſind doch alle Bemühungen in dieſem Fache ſehr unvollkommen geblieben. Die Urſachen der Winde ſind allzuvielfach und verwickelt; denn man ſieht leicht, daß jeder Umſtand, der nur immer das Gleichgewicht der Luftſäulen ſtört, hieher gerechnet werden könne. Erwärmung und Erkältung ſind freylich darunter die vornehmſten, und als ſolche auch von allen, die über die Theorie der Winde geſchrieben haben, z. B. **Colepreß** (Philoſ. Trans. n. 26.), **Garden** (The cauſes of ſeveral winds in Phil. Trans. n. 175.), **Wargentin** (Kurze Anmerk. vom Winde, in den ſchwed. Abhdl. B. XXIV. v. J. 1762. S. 173 u. f.), **Strahl** (Theorie des Windes und der Kälte, in den leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturg. II B. 5 St. S. 575.) betrachtet worden. Aber ſchon dieſe Urſachen wirken auf eine überaus mannigfaltige Art, und dann giebt es auſſer ihnen noch unzählbare andere, welche zur Erzeugung und Abänderung der Winde beytragen.

Muſſchenbroek (Introd. To. II. §. 2604 ſqq.) theilt die Urſachen der unbeſtändigen Winde in vier Claſſen, je nachdem ſie ſich unter der Erde, auf der Erdfläche, im Luftkreiſe, oder endlich über demſelben befinden. Von **unterirdiſchen** Winden, die aus den ſogenannten **Aeolushöhlen** hervorbrechen, zeugen viele Beobachtungen. Als Urſachen derſelben laſſen ſich ungleiche Erwärmung und Erkältung in communicirenden Gängen, Wind durch einen Fall des Waſſers veranlaßt, unterirdiſches Feuer, Erdbeben, Durchſtreichen des äuſſern Winds durch Gänge unter der Erde ꝛc. angeben. Solche Winde brechen bisweilen aus dem Meergrunde hervor, und verurſachen ein Wallen und Brauſen des Waſſers (ſ. Wundererſcheinungen, ins Licht geſetzt von **F. Knoll**. Langenſalza, 1785. 8.). Auf der Erdfläche giebt es faſt unzählbare Umſtände, welche die

Luft bewegen können, die Wellen des Meeres, der Fluth und großer Ströme, aufſteigende Dünſte, ſtarke Feuer und Explosionen, das Schmelzen des Schnees, Fall der Körper, z. B. bey den Schneelavinen in den Alpen, Gährung und Fäulniß der Körper, durch die Menge entwickelter elaſtiſcher Materie u. ſ. w. Im Luftkreiſe iſt unſtreitig der Sitz der vornehmſten Urſachen, die Verdichtung und Verdünnung der Luft durch Kälte und Wärme, durch Aufſteigen der Dünſte und Herabfallen des Regens, durch Erweiterung und Zuſammendrückung der Wolken, die Luftelektricität, die Erkältung der Luftſäulen durch den Schatten der Wolken, und, wie Muſſchenbroeck hinzuſetzt, das Aufbrauſen verſchiedener einander begegnender Ausdünſtungen, wodurch elaſtiſche Materie erzeugt wird, endlich der Blitz, indem er die Luft aus der Stelle treibt, und andere veranlaßt, ſich in den leeren Raum zu ergießen. Ueber dem Luftkreiſe findet man noch Urſachen der Winde in der Anziehung der Sonne, und vornehmlich des Monds, welche auf die Luft eben ſo, wie auf das Meer, wirken. Dies iſt im kurzen eine Ueberſicht aller von **Muſſchenbroeck** angegebnen Urſachen.

Herr **de Lüc** (Neue Ideen über die Meteorol. II. Th. §. 840 u. f.) giebt als die am beſten bekannten Urſachen der regelmäßigen Winde den jährlichen und täglichen Lauf der Sonne, nebſt der Bewegung an, welche der Luft durch die Umwälzung der Erde um ihre Axe eingedrückt iſt. Dieſe letztere nemlich muß derjenigen Luft, welche vom Aequator in die nördlichern Parallelkreiſe übergeführt wird, wo die Umdrehung langſamer geſchieht, eine Richtung nach Oſten geben, weil dieſe Luft die ihr mitgetheilte ſtärkere Bewegung nach dieſer Gegend noch eine Zeitlang behält: es muß ſich dadurch der Wind, der eigentlich Süd ſeyn ſollte, in Südweſt verwandeln. Die umgekehrte Urſache verwandelt für uns die Nordwinde in Nordoſt. Da aber die Winde ſelbſt bey weitem nicht das Regelmäßige zeigen, welches dieſe Urſachen allein hervorbringen würden, ſo muß es deren noch mehrere und wirkſamere geben. Ohne Zweifel, ſagt Herr de Lüc, gehören dahin Ausdünſtung und Regen, wovon

letzterer, wenn er plötzlich entſteht, faſt allezeit mit Sturm begleitet iſt. Beyde hatte auch ſchon Herr de Sauſſure (Eſſais ſur l'Hygrometrie, Eſſai IV. §. 283.) zur Erklärung gewiſſer Winde gebraucht, wobey er glaubte, daß theils die elaſtiſchen Dünſte bey ihrer plötzlichen Verdichtung zu tropfbarem Waſſer luftleere Räume veranlaſſen, theils der Regen ſelbſt wieder elaſtiſchen Dunſt erzeuge, und dadurch eine merkliche Ausdehnung in der Luft bewirke. Herr de Lüc zeigt aber, daß die gewöhnliche Art, Ausdünſtung und Regen zu betrachten, zu Erklärung der gewaltſamen Stürme, welche ſo oft vor den Gewittern und Platzregen vorhergehen, nicht hinreichend ſey. Er ſucht vielmehr mit Wahrſcheinlichkeit die wahre Urſache dieſer beträchtlichen Windſtöße in den plötzlichen Verwandlungen, die ſich in der Atmoſphäre zutragen. Wenn die Dünſte, die ſich durch Ausdünſtung in den Luftkreis erhoben hatten, eine Zeitlang in Luftgeſtalt daſelbſt befindlich geweſen ſind, ſo werden ſie vielleicht plötzlich und mit großer Zunahme des Volumens wiederum in Waſſerdunſt verwandelt, und dieſer verdichtet ſich nun mit ſtarker Abnahme des Volumens zu tropfbarem Waſſer. Aus ſo ſchnellen und ſtarken Veränderungen des Volumens werden die Stürme und Windſtöße ſehr begreiflich, welche man bey plötzlicher Bildung der Wolken und bey plötzlichen Regengüſſen faſt allezeit bemerkt. Und wenn nach Herrn de Lüc die Wolken nicht beſtimmte bleibende Maſſen, ſondern vorübergehende Phaenomene ſind, welche alle Augenblicke zerſtört und wieder erneuert werden, (ſ. Wolken) ſo erklärt ſich hieraus auch die Urſache der lang anhaltenden Winde, wovon ſich aus dem gewöhnlichen Syſtem, welches Ausdünſtung und Regen als Auflöſung und Niederſchlag betrachtet, nicht ſo leicht Rechenſchaft geben läſt.

Der Nutzen, den die Winde verſchaffen, iſt von großer Wichtigkeit, und überſteigt bey weitem den Schaden, der bisweilen durch ihre gewaltſamern Ausbrüche entſtehet. Sie haben den größten Einfluß auf die Temperatur, Feuchtigkeit und übrige Beſchaffenheit der Luft; ſie helfen durch die Bewegung ihre Miſchung bilden, und ihre Verderbniß

verhüten, ſie vertheilen den Regen, trocknen, kühlen, wärmen den Boden; ſie treiben Maſchinen, führen uns von einem Welttheile zum andern über das Meer, und geben unter allen andern noch die wahrſcheinlichſten Anzeigen der bevorſtehenden Witterung.

v. Muſſchenbroek Introd. ad philoſ. nat. Lugd. Bat. 1762. 4. To. II. §. 2548. ſqq.

Torb. Bergmann phyſicaliſche Beſchreibung der Erdkugel durch Röhl. Greifsw. 1780. 8. Zweyter Band. S. 88 u. f.

Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre, 4te Auflage durch Lichtenberg, §. 715 u. f.

de Lüc Neue Ideen über die Meteorologie, a. d. Frz. Berlin und Stettin, 1788. gr. 8. II. Th. §. 820 u. f.

Windbüchſe, Sclopetum pnevmaticum, *Fuſil à vent.* Ein Schießgewehr, welches ſo eingerichtet iſt, daß ſtark verdichtete Luft anſtatt des Schießpulvers eine auf gewöhnliche Art in den Lauf geladene Kugel forttreibt.

Zeit und Ort der Erfindung dieſes Gewehrs ſind unbekannt; doch führt **Muſſchenbroek** an, daß ſich in der Gewehrkammer eines Herrn von Schmettau in Deutſchland eine noch ſehr unvollkommene Windbüchſe mit der Jahrszahl 1474 befunden habe. Bekannter wurden dieſe Gewehre im ſiebzehnten Jahrhunderte, da man die Eigenſchaften der Luft durch Verſuche näher kennen lernte. **Merſenne** (Phaenomena pnevmatica, prop. 32.) führt an, ein franzöſiſcher Künſtler Namens **Marin**, Bürger zu Liſieux in der Normandie, habe für den König Heinrich IV. eine Windbüchſe verfertigt. Nachher ſind von deutſchen, beſonders nürnbergiſchen Künſtlern größere unter dem Namen der Windkanonen gemacht worden, welche Kugeln bis 4 Pfund ſchwer trieben, und damit in einer Entfernung von 400 Schritten ein 2 Zoll dickes Brett durchbohrten.

Das Weſentliche der Windbüchſen beſteht darinn, daß in einem ſtarken metallnen Gefäß, der **Windkammer**, die Luft durch eine Druckpumpe oder Compreſſionsmaſchine ungemein ſtark verdichtet wird. Dieſe Windkammer liegt an dem Schwanzſtücke des Laufs an, und wird von dieſem durch ein Ventil getrennt, welches ſo lange verſchloſſen bleibt, bis man die hineingeladene Kugel abſchießen will.

Alsdann wird das Ventil vermittelſt eines kleinen Drückers, dergleichen auch ſonſt beym Flintenſchloſſe gewöhnlich iſt, geöfnet; aber die ganze Einrichtung iſt ſo gemacht, daß es nur wenige Augenblicke offen bleibt, damit nur ſo viel Luft herausgehe, als die Kugel fortzutreiben nöthig iſt. Davon hat man die Bequemlichkeit, daß mehr Schüſſe nach einander geſchehen können, ohne von neuem Luft einzupumpen.

Die gemeinen Windbüchſen mit einfachem Laufe haben die Windkammer im Schafte, den man vom Laufe abſchrauben und ſtatt deſſen eine Druckpumpe anſchrauben kan, welche die Luft zu verdichten dienet. Um dieſe Verdichtung zu erleichtern und weiter zu treiben, kan man die Stempelſtange der Pumpe am Fußboden des Zimmers befeſtigen, durch den auf die Pumpe geſchraubten Schaft einen Polzen ſtecken, und vermittelſt deſſelben den Schaft an einer Druckſtange aufhängen, deren äuſſerſtes Ende an der Wand des Zimmers ſo befeſtiget iſt, daß es ſich daſelbſt frey auf und ab drehen kan. Das andere Ende wird mit den Händen ergriffen, und ſo der Schaft mit der Pumpe wechſelsweiſe gehoben und niedergedrückt. (ſ. *v. Muſſchenbroek* Introd. ad phil. nat. Tom. II. §. 2111. Tab. LV. Fig. 10.)

Andere Windbüchſen haben einen doppelten Lauf aus zween Cylindern, welche in einander ſtecken, und eine gemeinſchaftliche Axe haben. Hiebey dient der Raum zwiſchen den beyden Läufen ſtatt der Windkammer, und die Druckpumpe, durch welche man die Luft in demſelben verdichtet, iſt in dem Schafte angebracht. Die dazu gehörige Stempelſtange wird da, wo ſie aus dem Schafte hervorraget, mit einem Ringe verſehen. Wenn die Luft eingepumpt werden ſoll, ſo ſteckt man durch dieſen Ring einen eiſernen Polzen, tritt auf denſelben mit den Füßen, ergreift den Lauf mit den Händen, und bewerkſtelliget auf dieſe Art das Einpumpen durch abwechſelndes Heben und Niederdrücken des ganzen Werkzeugs.

Die Theorie der Windbüchſen handelt **Karſten** (Lehrbegrif der geſammt. Mathemat. 6ter Theil, Pnevmatik,

Abſchnitt VIII.) ab, und findet, wenn die Luft 100mal mehr, als natürlich, verdichtet, die Länge des Laufs 4 Fuß, der Durchmeſſer der Kugel $\frac{3}{8}$ Zoll, die Länge des Raums, der anfangs die verdichtete Luft enthält, 2 Zoll iſt, ſo werde die Bleykugel mit einer Geſchwindigkeit von 654 pariſer Fuß in einer Secunde aus dem Laufe getrieben, welche Angabe aber wegen des Gegendrucks und Widerſtands der Atmoſphäre auf 628 Fuß herabzuſetzen iſt.

Nollet (Leçons de phyſ. exper. To. III. Leç. X. Sect. I. Cap. 7.) erklärt die Windbüchſe für ein bloßes Spielwerk, weil ſie nicht ſo bequem, ſo ſicher zum Gebrauch und ſo dauerhaft, als anderes Schießgewehr ſey; auch tadelt er ſie, wegen ihrer Wirkung im Stillen, als ein gefährliches Werkzeug. Dieſer letzte Grund betrift blos den Mißbrauch der Sache, und in Abſicht des erſten hängt alles von der Geſchicklichkeit des Künſtlers ab. Man erwartet von Windbüchſen nicht völlig gleiche Wirkung mit andern Gewehren, und ſo iſt es immer Vortheil genug, wenn ſie dienen, ſchädliche Thiere an Orten zu tödten, wo man wegen Feuersgefahr Pulvergeſchütz zu brauchen Bedenken trägt.

v. Muſchenbroek, Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2111 ſqq.

Karſten Lehrbegrif der geſamten Math. a. a. O. §. 152. 153.

Winde ſ. **Rad an der Welle.**

Windkugel, Dampfkugel, Aeolipile, Aeolipila, *Eolipile*. Ein hohles metallnes Gefäß in Geſtalt einer Kugel oder Birne, woran ſich eine lange, bisweilen umgebogne, Röhre oder Schnabel mit einer engen Oefnung befindet. Wenn man etwas Waſſer in dieſem hohlen Gefäße über Kohlen bringt, und bis zum Kochen erhitzt, ſo dringt der daraus entſtandne Dampf aus der engen Oefnung des Schnabels hervor, und verurſacht einen ſehr lebhaften und anhaltenden Wind.

Dieſe Windkugeln waren ſchon bey den Alten bekannt. **Vitruv** (De architectura L. I. c. 6.) führt ſie an, um aus ihnen den Urſprung der Winde zu erklären, zu welcher Abſicht ſie auch **Descartes** (Meteor. Cap. IV. §. 3.) gebraucht.

Daß dieſe Erklärung nicht paſſend ſey, fällt leicht in die Augen. Der Wind der Aeolipile entſteht dadurch, daß der aus dem Waſſer gebildete elaſtiſche Dampf durch eine ſehr enge Oefnung, alſo mit großer Geſchwindigkeit, auszugehen genöthiget wird. Im Luftkreiſe aber kan man ſich weder eine ſo heftige Verdampfung des Waſſers durch die Hitze, noch eine ähnliche Sperrung der erzeugten Dämpfe, gedenken.

Wolf (Nützl. Verſ. Th. I. Cap. 7.) hat von den Wind- oder Dampfkugeln ausführlich gehandelt. Die ſeinige war eine kupferne Kugel von 37 Linien Durchmeſſer; ihre Röhre hatte an der Kugel $5\frac{1}{2}$ Lin., an der Oefnung kaum $\frac{1}{3}$ Lin. Durchmeſſer, ſo daß man nur mit einer ſehr dünnen Stecknadel hineinkommen konnte. Um Waſſer in eine ſolche Kugel zu bringen, muß man ſie leer auf Kohlen legen, und durch die Hitze einen Theil Luft heraustreiben; nachher aber die Oefnung der Röhre ins Waſſer ſtecken, und die Kugel erkalten laſſen, wobey der Druck der Atmoſphäre ſtatt der herausgegangnen Luft Waſſer hineintreibt. Man kan auch die ganze Kugel, mit der Oefnung der Röhre in ein Gefäß mit Waſſer geſteckt, unter die Glocke einer Luftpumpe bringen, und die Luft ausziehen, wodurch ſich die Luft in der Kugel ebenfalls ausdehnt, und zum Theil herausgeht, ſo daß an ihrer Stelle Waſſer hineintritt, wenn man die äuſſere Luft wieder unter die Glocke läſt. Sonſt hat man auch Windkugeln, von denen ſich das Rohr abſchrauben läſt, und die man unmittelbar ohne alle Mühe füllen kan.

Die Verſuche mit der Windkugel lehren uns die Beſchaffenheit der Dämpfe ſehr deutlich kennen. Dieſe Dämpfe ſind in dem Zuſtande, in welchem ſie aus der Oefnung hervordringen, der Luft ganz ähnlich, und wenn man ſie in einem Gefäße auffängt, deſſen Temperatur die Siedhitze erreicht oder noch übertrift, ſo bleiben ſie darin völlig durchſichtig und elaſtiſch, und zeigen überhaupt alle mechaniſchen Eigenſchaften der Luft. So bald ſie hingegen mit der kältern Luft der Atmoſphäre in Berührung kommen, verdichten ſie ſich zu einem ſichtbaren Nebel, der ſich, wie

der Hauch in kalter Luft, bald wieder zerſtreut und mit der Atmoſphäre vermiſcht. An den Oberflächen kalter Körper verdichten ſie ſich zu einer tropfbaren Flüßigkeit, und geben die Materie wieder, aus der ſie entſtanden waren, ſ. Dämpfe.

Man hat alſo dieſe Dämpfe von der Luft ſelbſt, welche durch die Kälte nicht verdichtet wird, zu unterſcheiden. Ehedem glaubte man zwar, durch die Windkugel eine wahre Transelementation oder Verwandlung des Waſſers in Luft zu bewirken; aber **Wolf** widerlegte ſchon dieſe irrige Meinung durch den Verſuch mit Weingeiſt, worinn Kampher aufgelöſet war. Die Dämpfe deſſelben verdichteten ſich in kälterer Luft wieder zu eben demſelben Weingeiſt mit Beybehaltung des Kamphergeruchs. Der ganze Dampfſtral ließ ſich entzünden, wenn man ihn durch die Flamme eines Lichts führte, wobey er aber den Dacht nicht treffen durfte, weil er ſonſt das Licht ausblies.

Wenn die Röhre der Aeolipile mit ihrem Ende in die Höhe gebogen, und die Kugel auf Kohlen ſo gelegt wird, daß das Waſſer im untern Theile ſtets vor dem Ausgange liegt, ſo kan man ſie, wie den Heronsball, zum Springbrunnen einrichten. Mit wohlriechenden Waſſern gefüllt, verbreitet ſie den Geruch derſelben durch ſehr weite Räume. Auch kan man ſie ſtatt eines Blas- oder Löthrohrs gebrauchen, indem man den aus der Oefnung hervorgehenden Wind auf die Flamme einer Lampe leitet, und ſelbiger dadurch die erforderliche Richtung giebt.

Wolf Nützliche Verſuche zu genauer Erkenntniß der Natur und Kunſt. Halle, 1721. 8. Th. I. Cap. 7.

Sigaud de la Fond Dict. de phyſique. Art. *Eolipile.*

Windmeſſer, Anemometer, Anemometrum, *Anemometre.* Dieſen Namen führen die Werkzeuge, welche beſtimmt ſind, die Stärke und Geſchwindigkeit des Windes anzugeben. Dagegen heißen diejenigen, welche blos die Richtung des Windes zeigen, Anemoſkope, **Plagoſkope**, **Windzeiger**, obgleich dieſe Namen häufig verwechſelt werden, ſ. Anemoſkop. Was die eigentlichen Anemometer betrift, ſo könnte ich in dieſem Artikel eine Menge hiezu vorgeſchlagner Einrichtungen, zum Theil

mit ſehr zuſammengeſetzten Zeichnungen, aufſtellen. Ich halte aber für beſſer, alle Weitläuftigkeit zu vermeiden, da nach dem einſtimmigen Urtheile der Kenner kein einziger dieſer Vorſchläge ſeine Abſicht erfüllet. Aus dieſem Grunde hat auch die meteorologiſche Societät zu Manheim ihre Beobachtungen des Windes blos auf Windzeiger, mit gänzlicher Vermeidung der Windmeſſer, eingeſchränkt.

Die Vorſchläge zu Abmeſſung der Stärke und Geſchwindigkeit des Windes laſſen ſich auf zwo Claſſen bringen, deren erſte eine Maſchine durch Windflügel umtreiben läſt, die zweyte aber weit einfacher den Windſtoß mit einer ebnen Fläche auffängt, um ſeine Kraft und Geſchwindigkeit aus dem Winkel zu beſtimmen, um welchen dieſe Fläche gehoben oder aus der verticalen Lage gebracht wird.

Zur erſten Claſſe gehört das vom Herrn **von Wolf** (Elem. Matheſ. univerſae To. II. Aerometr. §. 182. p. 405.) vorgeſchlagne Anemometer, welches auch beym **Leupold** (Theatr. Machin. generale §. 347 u. f. S. 141 u. f., ingl. Theatr. Aeroſtat. Cap. X. p. 301 u. f.) nebſt verſchiedenen andern Einrichtungen beſchrieben wird. Es beſteht aus einer Welle mit vier kleinen Windflügeln. Dieſe Welle iſt mit einigen Schraubengängen verſehen, welche als Schraube ohne Ende in ein Stirnrad eingreifen. Mit der Axe dieſes Stirnrads iſt rechtwinklicht der Arm eines Hebels verbunden, und an dem Ende deſſelben ein Gewicht angebracht. Bey völliger Windſtille ſteht dieſer Arm lothrecht herabwärts; beym Umlaufe des Flügels aber wird er mit der Axe des Rads umgedreht, und das Gewicht gehoben. Weil nun dadurch auch das Moment des Gewichts wächſt, ſo kan es jeder Windſtoß nur auf eine gewiſſe Höhe heben. Hier aber bleibt es ſtehen, wenn die Stärke des Winds nachläßt, weil das Stirnrad die Schraube ohne Ende nicht zurückdrehen kan. Kömmt in der Folge ein ſtärkerer Stoß, ſo dreht dieſer das Rad noch ein wenig fort, und hebt dadurch den Hebel mit dem Gewichte noch etwas weiter. Am Ende zeigt alſo dieſes Werkzeug die Wirkung des ſtärkſten Windſtoßes an, der während der Zeit ſeiner Ausſetzung an den Wind die Flügel getroffen hat. Die

eigentliche Stärke und Geſchwindigkeit deſſelben müßte dann erſt aus der Einrichtung der Maſchine berechnet werden, wozu aber die Theorie des Windſtoßes auf Flügel noch viel zu unſicher iſt. Ueberdies wird man doch auch wünſchen, etwas mehr als den ſtärkſten Stoß, z. B. die mittlere Geſchwindigkeit des Windes auf eine oder etliche Stunden u. d. gl. zu erfahren, welche dieſes Inſtrument nicht angiebt.

Sonſt würde man bey dieſem Werkzeuge ſtatt des Hebels mit dem Gewichte weit einfacher eine Welle mit einer koniſchen Spindel anbringen, und darauf eine Schnur mit einem Gewichte ſo aufwickeln können, daß die Gänge nach und nach weiter würden, und der Wind die Welle nur ſo lang umtriebe, bis das Moment des Gewichts dem Momente des Windſtoßes gleich wäre.

Wenn man eine kleine mit Windflügeln verſehene Maſchine ſo einrichtet, daß ein ganz mäßiger Wind das Rad ſchon zum Laufen bringt, und daß ſich die Umläufe des Rads leicht zählen laſſen, oder ſich auch von ſelbſt durch einen Zeiger zählen, ſo giebt dieſe Vorrichtung die Veränderung der Geſchwindigkeit an, weil das Rad bey ſchnellerm Winde in gleicher Zeit mehr Umläufe macht. So iſt das Anemometer des **Ons-en-bray** (Mém. de l'acad. des ſc. de Paris, 1734. p. 123.) eingerichtet, das aber durch viele angebrachte Künſteleyen äuſſerſt zuſammengeſetzt wird. Es zeigt nicht allein die Richtung und Geſchwindigkeit des Windes durch die Anzahl der Umläufe, ſondern bemerkt auch dieſelbe in Abweſenheit des Beobachters auf einem Papiere, auf dem man nach 24 Stunden ſieht, was für Winde, und in welchen Stunden ſie gewehet haben, auch wie ſich ihre Geſchwindigkeit geändert hat. Die ganze Maſchine ſteht im Zimmer, und wird durch ein auf dem Dache befindliches horizontales Windrad gedreht. Die Erfindung eines ſolchen Windmeſſers ſcheint aber nicht urſprünglich franzöſiſch zu ſeyn, da ſchon **Leupolds** im Jahre 1724 gedrucktes Werk (Theatr. mach. gen. §. 315.) eines ähnlichen Werkzeugs erwähnt, welches der Hofjuwelirer **Dinglinger** in Dresden in ſeinem Hauſe habe errichten

laſſen. Auch giebt **Leupold** im Theatro aëroſtatico ſchon mehrere Einrichtungen an, welche die Veränderungen des Windes ſelbſt aufzeichnen.

Schober (Verſuche über die Stärke des Windſtoßes im Hamburg. Magazin IX. Band, 2 u. 3 Stück) bediente ſich einer kleinen Maſchine mit Windflügeln, an die eine Glocke ſo angebracht war, daß ſie jede ſechs Umläufe des Rads durch einen Schlag anzeigte. So konnte er durch Zählung der Schläge in einer Minute die mittlere Umlaufsgeſchwindigkeit der Flügel erfahren. Um daraus auf die Geſchwindigkeit des Windes zu ſchließen, wäre es am bequemſten, die Einrichtung ſo zu machen, daß der Schwerpunkt der Flügel eben ſo geſchwind im Kreiſe umlaufen müſte, als der Wind ſelbſt fortgeht. Hierauf gehen eigentlich **Schobers** Verſuche, und er glaubt gefunden zu haben, daß man dieſe Abſicht erreiche, wenn die Stellung der Flügel mit der Umlaufsaxe einen Winkel von 52° macht.

Weit einfacher ſind die Anemometer der zweyten Claſſe, wovon das erſte, ſo viel mir bekannt iſt, in den engliſchen Transactionen (Num. 24. p. 444.) ohne Benennung des Erfinders vorkömmt. Taf. XXVII. Fig. 83. ſtellt deſſen Einrichtung dar, die aus dem bloßen Anblicke deutlich ſeyn wird. Weil ſich doch die Fläche, die der Wind heben ſoll, ſeiner Richtung allemal gerade entgegen kehren muß, ſo hat man nachher am obern Theile der Spindel eine überwiegend große Wetterfahne angebracht, die der Wind ſelbſt herumwendet, und dadurch dem ganzen Inſtrumente die gehörige Stellung giebt. Ein ſolches Werkzeug giebt durch den Grad, auf welchen es gehoben wird, die Stärke des Windes für dieſen Augenblick an, und muß entweder ſogleich beobachtet, oder durch einen Sperrhaken, der es nicht wieder zurückfallen läſt, an der höchſten Stelle feſt gehalten werden. Im leztern Falle kan ein folgender Windſtoß die Fläche noch höher heben; nnd es zeigt alſo am Ende blos die Wirkung des ſtärkſten Stoßes an, von dem es während der Zeit ſeiner Ausſetzung an den Wind iſt betroffen worden.

Herr **von Dalberg** (Anemometre propoſé aux amateurs de meteorologie, à Erfurt, 1781.) ſchlägt anſtatt

der Fig. 83. vorgeſtellten Fläche einen großen Schirm von Eiſenblech vor, der durch die Fahne dem Winde immer gerade entgegen gehalten wird. Dieſer Schirm bewegt ſich unten in Angeln, und oben wird er durch einen Drath, der über eine an der Spindel befindliche Rolle hinunter in das Zimmer des Beobachters geht, und ein Gewicht trägt, gegen die Spindel zurückgehalten. Sobald ein Windſtoß kömmt, tritt der Schirm nach Verhältniß der Stärke des Stoßes weiter oder weniger aus der vertikalen Stellung, und hebt dadurch das Gewicht im Zimmer. Dieſes Gewicht befindet ſich an einem Hebel, durch deſſen eigne Einrichtung die Stärke des Windſtoßes angegeben wird; auch kan zu gleichem Endzweck eine Wage mit einer Spiralfeder angebracht werden. Dieſer Windmeſſer iſt zugleich mit einem Windzeiger und einer Vorrichtung zu Beſtimmung der Neigung des Windes gegen den Horizont verbunden, welche beyde im Zimmer beobachtet werden können.

Herr Oertel (ſ. Gothaiſches Magazin für das Neuſte aus der Phyſik u. Naturg. VI. B. 1 St. S. 89 u. f.) giebt zur Einrichtung eines ſolchen Windmeſſers, der ſich mit andern nach ähnlichen Grundſätzen verfertigten vergleichen ließe, einige ſinnreiche Ideen an. Taf. XXVII. Fig. 84. ſitzt die Fahne A auf der ſtählernen koniſchen Spitze des eiſernen Stabes C innerhalb des Rohrs B, das oben bey a mit einer dichten Platte von gegoßnem Zinn und Kupfer geſchloſſen iſt. Unter der Fahne iſt an das Rohr B ein horizontaler Stab befeſtiget, der mit zwey Lappen b und c von eben dieſer Compoſition verſehen iſt, in welchen ſich die Horizontalfahne D mit koniſchen Spitzen ohne viele Friction auf und ab bewegen kan. Dieſe Angelpunkte b und c müſſen durch ein leichtes Blech vor dem Regen geſchützt werden. Weiter unten wird ein Quadrant von Meſſing angebracht, der um den Mittelpunkt der Linie bc beſchrieben iſt, und bey d durch ein Loch in der Fahne geräumig durchgeht. Jeder Grad dieſes Quadranten formirt einen Einſchnitt, worein ein an der innern Seite der Fahne D befindlicher Sperrkegel fallen, und ſie unter jedem Winkel, den ihr die

Stärke des Windes giebt, feſthalten muß. Da dieſer Sperrkegel nur eine ſanfte Feder nöthig hat, ſo kömmt die geringe Friction, die er macht, kaum in Anſchlag. So bleibt nun die Horizontalfahne unter dem Winkel, den ihr der ſtärkſte Windſtoß gegeben hat, ſo lange ſtehen, bis ſie der Beobachter durch Aushebung des Sperrkegels wieder in die verticale Lage bringt. Um nun ſolchen Werkzeugen eine durchgängige Gleichförmigkeit zu geben, ſchlägt Herr Oertel vor, man ſolle ſich über das Gewicht der Fahne, und über die Kräfte, welche nöthig ſind, ſie in der erſten ſenkrechten Richtung zu bewegen, und in der gröſten möglichen Höhe zu erhalten, als über allgemein beſtimmte Normalgewichte, vergleichen. Er zeigt dann noch Mittel, der Fahne vermittelſt eines Gegengewichts f dieſes Normalgewicht genau zu geben, und durch eine ähnliche Vorrichtung den Winkel des Windes mit der Horizontalfläche zu meſſen.

Herr Hofrath Käſtner (Gothaiſches Magaz. VI B. 3 St. S. 84 u. f.) giebt dieſen Ideen allen Beyfall, erinnert aber, daß es wohl beſſer ſeyn möchte, ſtatt der vorgeſchlagnen Normalgrößen, das Gewicht, das der Wind an jedem Werkzeuge dieſer Art wirklich erhält, jedesmal durch Rechnung zu beſtimmen, wozu er folgende ſehr bequeme Formeln mittheilt. Taf. XXVII. Fig. 85. ſey BC die Stange, AE ein Durchſchnitt der Horizontalfahne, oder des Blechs; deſſen Schwerpunkt in F, ſein Gewicht $= Q$; der Winkel CAE, auf den es der Wind hebt $= \zeta$; ſo wird ſich das im Schwerpunkte nach FH treibende Gewicht Q in zwo Kräfte zerlegen laſſen, eine nach FE, welche durch die Feſtigkeit der Stange und des Blechs aufgehalten wird, die andere nach FK, welche das Blech um A zu drehen ſtrebt. Dieſe leztere wird vom Winde erhalten, und iſt $= Q . \sin \zeta$. Will man nun die Stärke des Windes nach dieſer Kraft vergleichen, ſo wird ein Windſtoß, der das Blech vom Gewichte Q um den Winkel ζ erhob, ein anderes vom Gewichte R um den Winkel η erheben, deſſen Sinus $= \frac{Q . \sin \zeta}{R}$ iſt. Sobald dieſer Werth $= 1$ wird,

bringt der Wind das Blech in eine völlig horizontale Lage, und wenn er > 1 wird, ſo hebt er es noch höher, trift nun ſeine andere Seite, ſtößt es alſo wieder herab, ſo daß es flattert. Hätte man z. B. gefunden, ein ſehr ſchwacher Wind höbe ein Blech von 1 Pfund auf 30°, wobey $Q.\sin\zeta = \frac{1}{2}$ wäre, ſo dürfte man keines von $\frac{1}{2}$ Pfund nehmen, weil dieſes von einem nur wenig ſtärkern Winde flattern würde.

Um aber die Geſchwindigkeit des Windes zu finden, muß die Theorie des ſchiefen Stoßes zu Hülfe genommen werden, nach welcher der Stoß auf die Ebne b unter dem Winkel α, wenn die Dichte der flüßigen Materie $= n$, und die der Geſchwindigkeit zugehörige Höhe $= h$ geſetzt wird, $= 2\lambda n b h.\sin\alpha^2$ iſt, ſ. **Wind.** Wenn nun der Wind nach IF auf die Fläche AE unter dem Winkel $AFI = 90° - \zeta$ ſo ſtark ſtößt, daß dadurch nach der Richtung KF das Gewicht $Q.\sin\zeta$ erhalten wird, ſo hat man

$$Q.\sin\zeta = 2\lambda n b h.\cos\zeta^2$$

und daraus $h = \frac{Q.\sin\zeta}{2\lambda nb.\cos\zeta^2}$, wo 2λ nach **Newtons** Sätzen $=1$, nach andern $=2$ anzunehmen wäre. Es halte z. B. das Blech in der Fläche 1 Quadratfuß, und wiege 1 Pfund. Die Dichte der Luft, oder nach den hier angenommenen Einheiten das Gewicht eines Cubikfußes derſelben ſey $= \frac{7}{80}$ Pfund; das Blech werde um 30° gehoben, daß alſo $\sin\zeta = \frac{1}{2}$; $\cos\zeta^2 = \frac{3}{4}$ iſt, ſo wird (nach Newton $2\lambda = 1$ geſetzt) $h = (1.\frac{1}{2}) : (\frac{7}{80}.1.\frac{3}{4}) = \frac{160}{21} = 7\frac{13}{21}$ Fuß ſeyn, wofür ſich die zugehörige Geſchwindigkeit $c = 2\sqrt{gh}$ $= 21,82$ Fuß in einer Secunde findet. Nähme man $2\lambda = 2$, ſo würde h doppelt ſo groß, und $c = 15,429$ Fuß in 1 Secunde gefunden. Endlich iſt die Stärke des Stoßes, den der beobachtete Wind nach der Richtung IF auf eine ihm ſenkrecht entgegengeſtellte Fläche von gleicher Größe mit AE ausüben würde, $= \frac{Q.\sin\zeta}{\sin.AFI^2} = \frac{Q.\tang\zeta}{\cos.\zeta}$. Herr K. glaubt, dieſe Rechnungen könnten dienen, Herrn Oertels Vorſchlag leichter in Ausübung zu bringen, zumal

wenn man nichts weiter, als die Stärke des Stoßes, nicht die Geſchwindigkeit verlange.

Mit einem ſolchen Windmeſſer, der aus einer vom Winde gehobnen Platte beſteht, verbindet Herr M. Herrmann (Mechaniſcher verbeſſerter Wind- Regen- und Trockenheitsbeobachter. Freyberg und Annaberg, 1789. 8.) eine Vorrichtung, durch welche ſelbſt in Abweſenheit des Beobachters vermittelſt einiger in gewiſſe Fächer geworfener Würfel vier und zwanzig Stunden lang von Zeit zu Zeit die Stärke des Windes nach 4 verſchiedenen Graden bemerkt wird. Alle Viertelſtunden z. B. fällt ein Würfel aus, und legt ſich in dasjenige Fach, welches der Wind ſeiner verſchiedenen Stärke nach gerade in dieſem Augenblicke vor die Oefnung bringt. Auf dem Würfel iſt die Viertelſtunde, um welche er herausfiel, bemerkt u. ſ. w. Man ſieht leicht, daß dadurch nur diejenigen Windſtöße bemerkt werden, die zufälliger Weiſe gerade mit dem Ende jeder Viertelſtunde zuſammentreffen.

Bouguer (Manoeuvre des vaiſſeaux, p. 151.) beſchreibt eine Art Windmeſſer, welche noch immer eine der beſten bleibt (ſ. auch *Nollet* Art des exper. To. III. p. 62.). Ein Blech von 1 Quadratfuß Fläche wird dem Winde ſenkrecht entgegengehalten. Dieſer treibt es mit einem mitten daran befeſtigten Stiele in eine Art von Futteral hinein, an deſſen Boden eine Spiralfeder entgegendrückt. Ein ſtärkerer Wind treibt alſo den Stiel tiefer hinein, als ein ſchwächerer, und durch einen Sperrkegel wird der Stiel feſtgehalten, ſo daß er nicht wieder zurück kan. So kan man ſehen, wie tief ihn der Wind hineingetrieben hat, und verſuchen, wieviel man Gewicht braucht, ihn eben ſo weit hineinzutreiben.

Eine ganz neue Art von Windmeſſer beſchreibt Herr Woltmann (Theorie und Gebrauch des Hydrometriſchen Flügels oder zuverläſsige Methode, die Geſchwindigkeit der Winde und ſtrömenden Gewäſſer zu beobachten. Hamburg, 1790. 4.).

Man hat auch den Einfall gehabt, die Stärke des Windes durch den Ton von Pfeiffen oder Saiten zu bemer-

ken. **Leupold** (Theatr. Aeroſtat. Cap. 10. §. 122. 131.) beſchreibt eine ſolche Windpfeiffe, welche bey ſtärkerm Winde einen höhern Ton angiebt. **Kircher** hat ſchon in ſeiner Muſurgie und Phonurgie mehr dergleichen Inſtrumente beſchrieben, welche tönen, wenn man ſie dem Winde oder Luftzuge ausſetzt, unter andern eine Art von Laute mit 15 Darmſaiten bezogen, welche an einem Orte, wo die Luft ſtark durchſtreicht, frey aufgehangen, nach der verſchiedenen Stärke des Luftzugs ſtärker oder ſchwächer klingt. So geben die Saiten einer Baßgeige, und ſogar Seile, die man in freyer Luft ausſpannt, vom Winde einen Ton, deſſen Stärke ſich nach der Stärke des Windes, die Höhe aber nach der Spannung der Saite oder des Seils richtet. Daß dieſes aber bloße Spielwerke ſind, fällt leicht in die Augen.

Windroſe, Schifsroſe, Roſa nautarum, *Roſe de vent, Cadran des vents.* Dieſen Namen giebt man dem Taf. XXVI. Fig. 77. verzeichneten Sterne von 8, 16 oder 32 gleich langen Spitzen, welche den Umfang des Kreiſes, in dem ſie ſich endigen, in eben ſo viel gleiche Theile theilen, und durch ihre Richtung die Lage der Weltgegenden bezeichnen, ſ. **Weltgegenden.** Gewöhnlich wird diejenige Spitze des Sterns, welche den Nordpunkt angeben ſoll, durch eine Lilie oder ein anderes Merkmal unterſchieden, zu jeder der übrigen aber der Name der zugehörigen Weltgegend geſetzt. Wenn alsdann die nördliche Spitze, auf einer Mittagslinie, oder mit Hülfe der Magnetnadel u. ſ. w. nach dem wahren Mitternachtspunkte gekehrt wird, ſo zeigen die übrigen Spitzen oder Lineale, die man mit ihnen parallel legt, nach den beygeſchriebenen Weltgegenden, und geben ein Mittel, jede derſelben leicht zu finden.

Bey den Bouſſolen, welche auf dem Lande gebraucht werden, wird die Windroſe auf die innere Grundfläche des Gehäuſes gezeichnet, und die Magnetnadel auf einen im Mittelpunkte ſtehenden ſenkrechten Stift darüber geſetzt. Am Seecompaß aber beſteht die Windroſe aus zwo runden Scheiben von Pappendeckel, zwiſchen welche die Magnetnadel ſo eingelegt wird, daß ihr Nordpol mit dem Nordpunkte der Roſe übereinſtimmt. Die ganze Scheibe be-

kömmt in der Mitte ein Hütchen, mit welchem ſie auf einem Stifte im Boden des Gehäuſes frey aufliegt. So zeigt ſie durch ihre Richtung die magnetiſchen Weltgegenden, welche von den wahren um die Abweichung der Magnetnadel unterſchieden ſind, ſ. **Compaß.**

Auch auf die Land- und Seekarten werden Windroſen gezeichnet, deren nördliche Spitzen ſich nach der Richtung der Mittagslinie auf die Gegend des Nordpols zu kehren. Auf den Seekarten, welche die Meridiane als gerade und parallele Linien darſtellen, laſſen ſich überall Windroſen anbringen, deren gleichnamige Spitzen alle mit einander parallel laufen. Man verlängert die Linien dieſer Spitzen über den ganzen Raum der Karte, und erhält dadurch die Bequemlichkeit, daß man überall gleich ſehen kan, mit welcher von denſelben die Linie zwiſchen jeden zween Orten parallel läuft, d. i. nach welcher Weltgegend man den Lauf des Schiffes richten muß, um von einem Orte an den andern zu kommen, ſ. **Rhumb, Loxodromie.**

Winkel, optiſcher, ſ. Sehewinkel.

Winkelgeſchwindigkeit, ſ. Geſchwindigkeit.

Winkelhebel, gebrochner Hebel, Vectis angularis, *Levier briſé.* Ein Hebel ACB Taf. XXVII. Fig. 86, deſſen beyde Arme AC und BC nicht in einerley gerader Linie liegen, ſondern die Schenkel eines Winkels bilden, in deſſen Scheitel C der Ruhepunkt iſt.

Wenn an den Armen dieſes Hebels CA, CB, in der Ebne des Winkels ACB die Kräfte P, Q auf die Arme ſenkrecht ziehen, ſo denke man ſich aus dem Scheitel C, mit dem kürzern Arme CA als Halbmeſſer, den Kreis AaA beſchrieben, und den Arm BC durch denſelben bis a verlängert. Man ſetze in a ziehe eine Kraft $p=P$ ebenfalls ſenkrecht auf Ca, ſo üben P und p gleiche Gewalt aus, die Scheibe AaA um ihren Mittelpunkt zu drehen. Soll dieſe Umdrehung durch Q gerade verhindert werden, oder ſoll Q mit p im Gleichgewichte ſeyn, ſo muß ſich $Q : p = Ca : CB$ verhalten, ſ. **Hebel.** Daher, und weil $p=P$, $Ca=CA$, iſt auch Q mit P im Gleichgewichte, wenn $Q:P=CA:CB$,

oder wenn ſich die **Kräfte umgekehrt, wie die Längen der Arme, verhalten.**

Ziehen aber die Kräfte ſchief an den Armen des Hebels, wie P, Q, Fig. 87, ſo fälle man auf ihre Richtungen aus C die Perpendikel CD, CE. Die Kraft P bemüht ſich eben ſo ſtark, die ganze Ebne ACB um C zu drehen, als dies eine gleiche in D nach der Richtung DP angebrachte Kraft auch thun würde. Ingleichen ſtrebt die Kraft Q in B vollkommen, ſo die Ebne um C nach BQ zu drehen, wie eine gleiche Kraft thun würde, die in E nach EQ zöge. Sollten aber die Kräfte in D und E im Gleichgewichte ſeyn, ſo müſten ſie ſich nach dem vorigen umgekehrt, wie die Arme des Hebels DCE, d. i. wie CE : CD verhalten. Daraus folgt, daß ſich auch P und Q, wenn ſie im Gleichgewichte ſeyn ſollen, wie CE : CD, oder umgekehrt, wie die aus dem Ruhepunkte auf ihre Richtungen gefällten Perpendikel, verhalten müſſen. Dieſe Perpendikel, welche in Fig. 86. mit den Armen des Hebels ſelbſt übereinkommen, führen in den mechaniſchen Wiſſenſchaften den Namen der Entfernung vom Ruhepunkte, ſ. **Entfernung** (Th. I. S. 849). Daher gilt das Geſetz des Hebels, **daß ſich die Kräfte im Gleichgewichte umgekehrt, wie ihre Entfernungen vom Ruhepunkte, verhalten,** ſ. **Hebel** (Th. II. S. 570) auch am Winkelhebel.

Da die Punkte A und B, Fig. 87. einerley leiden, in welchem Punkte der Linien PM, QM auch die Kräfte P und Q angebracht ſeyn mögen, ſo ſtelle man ſich vor, ſie ſeyen in M angebracht, wo beyde verlängerte Richtungen einander ſchneiden. Wenn ſich nun die ganze Ebne AMB nicht anders, als um den Punkt C drehen kan, ſo muß dieſer Punkt durch die vereinigte Wirkung beyder Kräfte in M nach MC getrieben werden. Dieſes MC bleibt alſo auch die Richtung, nach welcher der Ruhepunkt C gedrückt wird, wenn auch gleich die Kräfte in A, B, oder andern Punkten der Linien MA, MB angebracht ſind; d. h. MC iſt die **mittlere Richtung**, nach welcher die Kräfte P, Q den Punkt C drücken.

Zieht man die Linien CT, CV mit MB, MA parallel, ſo iſt CTD = TMB = CVB; daher ſind wegen der rech-

ten Winkel bey D und E die Dreyecke CDT und CEV ähnlich. Mithin verhalten ſich die Linien CT und CV, oder die gleichen MV und MT, wie CD:CE, d. i. wie die im Gleichgewichte ſtehenden Kräfte Q und P. Wenn man alſo auf den Richtungen der Kräfte von dem Punkte M an, wo ſie einander ſchneiden, zwo Linien MT, MV nimmt, die ſich, wie die Kräfte P, Q, verhalten, und das Parallelogramm MTCV unter dieſen Linien ergänzt, ſo iſt deſſen Diagonale MC die mittlere Richtung.

Dieſe Sätze, deren Beweis ich hier aus Herrn **Käſtners** Mechanik entlehnt habe, ſtehen mit der Lehre von Zuſammenſetzung der Kräfte in der genauſten Verbindung. Man darf nur noch erweiſen, daß die Kraft, mit welcher C gedrückt wird, der Linie MC proportional ſey, um dieſe ganze Lehre aus der Theorie des Winkelhebels hergeleitet zu haben. Man hat alsdann auch **Stevins** Satz vom Gleichgewichte dreyer Kräfte, ſ. **Gleichgewicht**, indem die Kräfte P, Q und der Gegendruck der Unterlage C, wenn ſie im Gleichgewichte ſind, ſich wie die drey Seiten des Dreyecks TMC oder VCM verhalten, denen ihre drey Richtungen parallel ſind.

Nimmt man alſo **Stevins** Satz, oder auch die Lehre von Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte, als ſchon vorher erwieſen an, ſo läſt ſich daraus umgekehrt die Theorie des Hebels herleiten und erweiſen. So verfährt **Newton** (Princip. L. I. Axiom. ſeu Leges motus, Coroll. 2. ed. *Jacquier et Le Sueur* p. 26). Um zu zeigen, wie ſich am ungleicharmichten Hebel KOL, Taf. XXVII. Fig. 88, die Gewichte A und P im Gleichgewichte verhalten müſſen, nimmt er OD gleich dem längern Arme OL, weil das Gewicht A auf die Umdrehung der Ebne DKO um O gleich ſtark wirkt, es mag nun bey K oder bey D angebracht ſeyn. Es kömmt alſo darauf an, wie ſich am gleicharmichten Winkelhebel DOL die Kräfte A und P verhalten müſſen. Nun werde die Kraft A durch die Linie DA vorgeſtellt, ſo läſt ſie ſich in DC und CA zerlegen, wovon jenes auf DO ſenkrecht, dieſes mit DO parallel iſt. Auf die Umdrehung des Winkelhebels DOL aber wirkt nur der Theil DC; der andere CA wird durch die Feſtigkeit des Punkts O aufgehoben.

Weil nun der Winkelhebel gleicharmicht iſt, alſo fürs Gleichgewicht die nach DC wirkende Kraft dem Gewichte P gleich ſeyn muß, ſo folgt, daß alles in Ruhe ſey, wenn AD:DC=A:P iſt. Nun iſt wegen der ähnlichen Dreyecke DCA und OKD, AD:DC=OD:OK, und OD = OL; daher fürs Gleichgewicht am geradlinigten Hebel KOL, A:P=OL:OK.

Man ſahe ſonſt dieſe Art, das Geſetz des Hebels zu erweiſen, als die ſchärfſte unter allen übrigen an. Es läßt ſich aber mit Grund dagegen erinnern, daß man hier den geradlinichten Hebel, um ſeine Eigenſchaften zu erweiſen, erſt in einen Winkelhebel, d. h. das einfachere in etwas zuſammengeſetzteres, verwandeln muß, welches wider die Regeln einer guten Methode ſtreitet, und daß überdies die Lehre von Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte, wenn ſie gehörig erwieſen werden ſoll, erſt auf die Theorie des Hebels ſelbſt muß gegründet werden. Daher iſt der Käſtneriſche Beweis, welcher beym Worte Hebel vorkömmt, und hier auch auf den Winkelhebel erſtreckt wird, allerdings weit vorzüglicher.

Varignon baut ſeinen Beweis der Theorie des Hebels ebenfalls auf die Zuſammenſetzung der Kräfte, indem er P und Q, Fig. 87, oder MT und MV zuſammen als eine einzige Kraft MC betrachtet, welche durch den Ruhepunkt geht. Wenn aber hiebey, wie in den gewöhnlichſten und einfachſten Fällen, die Richtungen AP und BQ parallel ſind, ſo giebt es keinen Durchſchnittspunkt M, außer im Unendlichen, und ſo entſtehen wiederum die meiſten Schwierigkeiten gerade bey dem einfachſten Falle. D'Alembert (Traité de dynamique. à Paris, 1743. 4.) leitet das Geſetz des Winkelhebels ſehr glücklich aus dem Gleichgewichte zwoer gleichen und gerade entgegengeſetzten Kräfte her; aber auch hier verſchwinden dieſe Kräfte bey der Anwendung auf den geradlinichten Hebel, und die Folge aus dem allgemeinen Satze läßt ſich nur auf eine indirecte und ſehr gezwungene Weiſe ziehen. Man kan daher ſagen, daß ſich vor Herrn Käſtners Bemühungen um dieſe

Lehre die Geſetze des Winkelhebels leichter, als die des geradlinichten, haben erweiſen laſſen.

Käſtner Anfangsgr. der Mechanik. Dritte Aufl. Göttingen, 1780. 8. §. 55 u. f.

Newtoni Philoſ. nat. principia mathem. L. I. Axiom, ſ. leg. motus. Coroll. II.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſique. Art. *Balance.*

Winter, Hiems, *Hiver.* Eine der vier Jahrszeiten, welche zwiſchen Herbſt und Frühling fällt, vom kürzeſten Tage, an welchem die Sonne die geringſte Mittagshöhe hat, ihren Anfang nimmt, und ſich mit dem Tage der Frühlingsnachtgleiche endigt. Der Eintritt der Sonne in den Steinbock beſtimmt in unſern Ländern den Anfang, und der in den Widder das Ende des Winters, welcher alſo bey uns um den 21 Dec. anfängt, und um den 21 März aufhört, ſ. **Ekliptik.**

In der ſüdlichen gemäßigten Zone ſteht die Sonne im Mittage am niedrigſten, und der Tag iſt am kürzeſten, um die Zeit ihres Eintritts in den Krebs. Hier fängt alſo der Winter mit dem kürzeſten Tage am 21 Jun. an, und endigt ſich mit der Nachtgleiche um den 23 Sept.

Für die Orte der heiſſen Zone giebt es jährlich einen Tag, an welchem die Sonne im Mittage den gröſten möglichen Abſtand vom Scheitel erreicht. Dies iſt für Stellen, welche vom Aequator nordwärts liegen, der 21 Dec., für die ſüdwärts liegenden der 21 Junii. Man könnte alſo ſagen, daß dieſe Orte ihren Winter zugleich mit den angrenzenden gemäßigten Zonen anfangen. Aber die Abtheilungen der Jahrszeiten laſſen ſich auf die Orte der heißen Zone überhaupt nicht wohl anwenden, ſ. **Jahrszeiten.**

Auch bey uns wird im gemeinen Leben, wo die Namen der Jahrszeiten nicht ſo genau auf den Stand der Sonne bezogen werden, unter dem Winter überhaupt die Zeit verſtanden, in welcher die Tage am kürzeſten ſind, und die Vegetation durch die Kälte unterbrochen wird.

Winterpunkt, Punctum ſolſtitii hiberni, *Solſtice d'hiver*. Derjenige Punkt der Ekliptik, in welchem die Sonne bey ihrem ſcheinbaren jährlichen Umlaufe die gröſte ſüdliche Abweichung hat, und den ſie um den 21 Dec. oder zu Anfange unſers Winters erreicht. In dieſem Punkte ſteht ſie vom Nordpole am weitſten ab, hat alsdann für die Orte der nördlichen gemäßigten Zone die geringſte Mittagshöhe, und giebt den Bewohnern derſelben den kürzeſten Tag und die längſte Nacht. Dieſer Punkt iſt der Anfang vom Zeichen des Steinbocks, obſchon das Sternbild des Steinbocks dieſen Ort verlaſſen hat, und der Winterpunkt anjeßt in das Bild des Schützen, nahe vor deſſen Bogen, fällt. Dieſer Punkt iſt vom Frühlingspunkte oder Anfange der Ekliptik und des Aequators, um 90° weſtlich und 270° öſtlich entfernt; daher beträgt ſeine Länge und gerade Aufſteigung 270° oder 9 Zeichen; ſeine Abweichung aber iſt ſüdlich, und der Schiefe der Ekliptik gleich, ſ. **Schiefe der Ekliptik**. Durch ihn geht mit dem Aequator parallel der Wendekreis des Steinbocks, ſ. **Wendekreiſe**.

Winterſonnenwende, ſ. **Sonnenwenden**.

Wirbel, carteſianiſche, Wirbel des Descartes, Syſtem der Wirbel, Vortices Carteſiani, Syſtema vorticum, *Tourbillons de Descartes, Syſteme des tourbillons*. **Descartes** (Princip. philoſ. P. III.) verſteht unter einem **Wirbel** eine große Menge Materie, welche ſich zuſammen um einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt bewegt, ſo daß ſich das Ganze als eine große Anzahl von Kugelſchichten oder Kugelſchalen anſehen läßt, die ſich um eine gemeinſchaftliche Axe, oder wenigſtens um einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt drehen. Vollenden alle dieſe Schichten ihre Umläufe in gleicher Zeit, ſo iſt klar, daß die äuſſern geſchwinder gehen müſſen, als die innern, in eben dem Verhältniſſe, in welchem ihr Abſtand vom Mittelpunkte oder von der Axe größer iſt.

Descartes, der die Einſchließung der Geſtirne in umgedrehte Sphären nicht mehr annehmen konnte, und

doch das Bedürfniß fühlte, die Urſache und Entſtehungsart der himmliſchen Bewegungen durch irgend etwas anders begreiflich zu machen, verfiel darauf, ſowohl die Sonne, als auch die Planeten, welche von Monden begleitet werden, mit ſolchen **Wirbeln** aus einer dichten, aber ſehr fein zertheilten, flüßigen Materie zu umringen, welche Planeten und Monden ſo mit ſich fortriſſe, wie etwa der Wind die in der Luft ſchwebenden Körper mit ſich führt. Die verſchiedenen Theile des großen Wirbels der Sonne bewegen ſich nach dieſem Syſtem mit ungleichen Geſchwindigkeiten, und führen die Planeten alle nach einerley Richtung, aber die nähern in kürzerer, die entferntern in längerer Zeit, um die Sonne. Jeder Planet ſchwimmt in derjenigen Schicht des Wirbels, welche mit ihm ſelbſt gleiche Dichtigkeit hat. Die Erde, Jupiter und Saturn ſtehen in den Mittelpunkten kleinerer Wirbel, welche im größern ſchwimmen, und die Monden dieſer Körper um ſie ſelbſt nach eben den Geſetzen herumführen. Der Wirbel der Erde dient zugleich als Mittel, die Schwere der Erdkörper zu erklären, ſ. **Schwere.**

Auf den erſten Blick ſcheint nichts einfacher, verſtändlicher und genugthuender, als dieſes Syſtem, zu ſeyn. Noch niemand hatte vorher eine ſo begreifliche Urſache der himmliſchen Bewegungen angegeben, auf welche der Umſtand, daß alle Planeten und Monden nach einerley Richtung umlaufen, faſt unmittelbar hinzuweiſen ſcheint. Daher iſt es nicht zu verwundern, daß dieſe Hypotheſe mit ſo ausgebreitetem Beyfall aufgenommen, und in der Folge von ihren Anhängern gegen **Newtons** beſſere Mechanik des Himmels ſo lang und hartnäckig vertheidiget worden iſt. Inzwiſchen iſt ſie jetzt völlig aus der Phyſik verdrängt, und es ſtehen ihr Gründe entgegen, welche mit allgemeiner Ueberzeugung für unwiderleglich erkannt werden.

Seitdem man **Keplers** Regeln kennt, iſt es nicht genug, daß ein Syſtem die Bewegung der Weltkörper im Allgemeinen begreiflich mache: man fordert mit Recht, daß es auch die beſondern unläugbaren Geſetze dieſer Bewegung

erkläre oder wenigſtens ihnen nicht widerſpreche. Dieſes leiſtet aber das Syſtem der Wirbel gar nicht.

Da die Bewegungen der Planeten elliptiſch ſind, ſo müſten auch die Schichten der Wirbel elliptiſche Geſtalten haben, deren Urſprung **Descartes** von der Zuſammendrückung durch die angrenzenden Wirbel herleitet. Wäre aber dieſes, ſo müſten alle Planetenbahnen nach einerley Gegend zu länglich ſeyn; die dem Mittelpunkte nähere Materie würde von dieſer Zuſammendrückung am wenigſten leiden, und alſo müſte die Bahn des Merkurs am wenigſten eccentriſch ſeyn; endlich müſte die Sonne im Mittelpunkte, nicht im Brennpunkte der Ellipſen ſtehen. Von dem allen aber findet gerade das Gegentheil ſtatt.

Descartes bringt die Bewegung der Wirbel mit der Umdrehung des im Mittel ſtehenden Körpers um ſeine Axe in Verbindung, ohne jedoch deutlich anzugeben, welche von beyden Bewegungen er für die Urſache der andern halte. Gäbe es aber eine ſolche Verbindung, ſo müſten alle Umdrehungen und Umläufe im Sonnenſyſtem parallel mit der Ebne des Sonnenäquators erfolgen, und der Mond müſte parallel mit dem Erdäquator umlaufen. Man weiß aber, daß die Ebnen der Umläufe und Umdrehungen im Sonnenſyſtem ohne alle gegenſeitige Beziehung auf einander gefunden werden. Ferner müſte die nächſte Schicht am Centralkörper eine gleiche Geſchwindigkeit mit der Umdrehung deſſelben haben, z. B. die nächſte Schicht an der Sonne müſte in 27½ Tagen umlaufen, welche Beſtimmung ſich in Vergleichung mit den Geſchwindigkeiten und Abſtänden der Planeten weder auf die kepleriſchen Regeln, noch auf irgend ein anderes übereinſtimmendes Geſetz bringen läſt, nach welchem ſich die Geſchwindigkeiten der verſchiedenen Wirbelſchichten richten ſollten.

Aus Keplers Regel, daß die vom Radius vector durchlaufenen Räume den Zeiten proportional ſind, folgt im Syſtem der Wirbel der Satz, daß ſich die Geſchwindigkeiten der Schichten umgekehrt, wie ihre Abſtände vom Mittelpunkte, verhalten. Aus der andern Regel aber, nach welcher die Quadratzahlen der Umlaufszeiten im Verhält-

niſſe der Würfel der Entfernungen ſtehen, folgt in eben dem Syſtem, daß ſich dieſe Geſchwindigkeiten, wie die Quadratwurzeln aus den Abſtänden vom Mittel verhalten. Beyde Folgen widerſprechen einander, und können nicht zugleich wahr ſeyn; da nun aber die Regeln ſelbſt wahr ſind, ſo muß das Syſtem, in welchem ſie dieſe widerſprechenden Folgen hätten, irrig ſeyn.

Newton, der von dieſem Gegenſtande am Ende des zweyten Buchs ſeiner Principien handelt, findet, daß im cylindriſchen Wirbel die Umlaufszeiten den Abſtänden von der Axe, im ſphäriſchen den Quadraten der Abſtände vom Mittelpunkte proportional ſeyn müßten. In der That aber ſind ſie bey Planeten und Monden den Quadratwurzeln aus den Würfeln der Abſtände gemäß. Daraus ſchließt Newton, man könne die wahren Bewegungen der Himmelskörper weder durch ſphäriſche, noch durch cylindriſche Wirbel erklären.

Nun haben zwar die Wirbel an Johann Bernoulli (Nouvelles penſées ſur le ſyſteme de M. Descartes, couronnées par l'acad. des ſc. 1730. Oeuvres, To. III. no. 138. p. 133 ſqq. Nouvelle phyſique céleſte, ibid. no. 146. p. 263.) einen ſehr ſcharfſinnigen Vertheidiger gegen dieſe Einwürfe gefunden, welcher in Newtons Berechnung einen in der That beträchtlichen Fehler zeigt, und alle ſeine Geſchicklichkeit aufbietet, um vermittelſt einiger wichtigen Abänderungen der urſprünglichen carteſianiſchen Theorie die Wirbel dennoch aufrecht zu erhalten, und mit den kepleriſchen Regeln, ja ſogar mit dem newtoniſchen Geſetze der Gravitation, in Uebereinſtimmung zu bringen. Er glaubt hiebey zu finden, daß ein ſphäriſcher Wirbel allen dieſen Geſetzen Gnüge leiſte, wenn man nur annehme, daß ſich die Dichtigkeiten ſeiner Schichten umgekehrt, wie die Quadratwurzeln aus ihren Abſtänden vom Mittelpunkte, verhalten. Uebrigens erklärt er die Eccentricität der Planetenbahnen durch eine mit dem Wirbel verbundene Schwungbewegung, und die Neigung der Bahnen gegen den Sonnenäquator durch den Stoß des Wirbels auf die länglich ſphäroidiſche Geſtalt der Planeten.

Es hat aber d'Alembert (Traité des fluides. Paris 1744. 4. p. 385 ſqq.) dargethan, daß auch dieſer große Mathematiker bey den in ſeiner Schrift vorkommenden Integralrechnungen eine beſtändige Größe vernachläßiget habe, deren gehörige Einführung das ganze Reſultat verändert. Nach d'Alembert's Berechnung kan gar kein ſphäriſcher Wirbel ſtatt finden, wofern nicht alle ſeine Schichten ihre Umläufe in einerley Zeit vollenden, und überdies der Wirbel entweder unendlich oder mit undurchdringlichen Schranken, wie mit den Wänden eines Gefäßes, begrenzt iſt. Hieraus ſcheint faſt zu folgen, daß ſphäriſche Wirbel im Weltraume ſchlechterdings unmöglich ſind, zumal, da auch **Bouguer** (Entretiens ſur l'inclinaiſon des orbites des Planetes. Paris, 1734. 4.) die Unmöglichkeit ſphäriſcher Wirbel noch auf andere Art dargethan hat.

Herr **von Leibnitz** (Tentamen de motuum caeleſtium cauſis in Act. Erud. Lipſ. 1689. Febr. p. 82 ſqq. ingl. Excerptum ex epiſtola G. G. L. ibid. 1706. Octobr. p. 446 ſqq.) ſuchte die Wirbel auf eine andere Art mit den Phänomenen zu vereinigen. Er nahm die Geſchwindigkeit der Schichten im umgekehrten Verhältniſſe ihres Abſtandes vom Mittelpunkte an, und verband die Kreisbewegung des Planeten in denſelben zugleich mit einer Schwungkraft und einer Centralkraft gegen die Sonne. Auf dieſem Wege gelang es ihm wirklich, zu zeigen, daß, wenn ſich die Centralkraft verkehrt, wie das Quadrat des Abſtands verhalte, der Planet in gleichen Zeiten gleiche Flächen beſchreiben, und eine Ellipſe um die Sonne, als Brennpunkt, durchlaufen müſſe.

Aber auch dieſes Syſtem iſt eben ſo vielen Schwierigkeiten unterworfen. Es ſetzt einen Wirbel voraus, der nie würde beſtehen können, weil die Schwungkraft ſeiner Theile deſto größer wird, je näher ſie dem Mittelpunkte liegen. Ferner thut es der dritten kepleriſchen Regel nicht Gnüge, wofern man nicht den ganzen Wirbel in verſchiedene einzelne Theile theilt, deren mittlere Geſchwindigkeiten im umgekehrten Verhältniſſe der Quadratwurzeln aus den Abſtänden ſind, indeß ſich in jedem Theile beſonders betrach-

tet, die Geſchwindigkeiten der Schichten umgekehrt, wie die Abſtände ſelbſt, verhalten. Wie kan man ſich aber verſtatten, eine ſo ganz willkührliche Hypotheſe in die Phyſik einzuführen. Endlich erklärt ſchon die Schwungkraft allein, in Verbindung mit Leibnitzens Centralkraft (vis paracentrica, welche doch nichts anders, als die newtoniſche Gravitation ſelbſt iſt) alle Phänomene der Bewegung in elliptiſchen Bahnen ſo vollkommen, daß es ganz überflüßig iſt, dazu noch einen Wirbel anzunehmen.

Endlich iſt es durch überzeugende Beweiſe beſtätiget, daß man im Weltraume ſchlechterdings keine merklich widerſtehende Materie annehmen dürfe. Die Kometen durchkreuzen dieſen Raum nach allen Richtungen, ohne in ihrer Bewegung die mindeſte merkliche Veränderung zu leiden. Auch iſt dies ſeit dem Anfange dieſes Jahrhunderts ſo allgemein anerkannt, daß die neuern Vertheidiger der Wirbel, z. B. **Villemot** (Nouvelle explication du mouvement des Planetes. Lyon, 1700. 8.), de **Molieres** (Leçons de phyſique. Paris, 1733. 12.), de **Gamaches** (Aſtronomie phyſique. Paris, 1740. 4.) ſelbſt der Materie derſelben allen Widerſtand haben abſprechen und ſie entweder als unendlich dünn, oder als unendlich fein, haben betrachten müſſen. Aber dieſe Ausflüchte ſind ſehr ſchwach. Eine unendlich wenig widerſtehende Materie kan nie andere, als unendlich kleine Wirkung thun, und bleibt ſowohl zur Herumführung der Planeten, als zur Bewirkung der Schwere, auf immer ungeſchickt. Ueberdies kan auch die Feinheit der Zertheilung nichts zur Verminderung des Widerſtands beytragen, als welcher lediglich von der Dichte des Mittels, nicht von der Zertrennung ſeiner Theile, abhängt. Soviel man auch bemüht geweſen iſt, dieſem Syſteme durch neue Combinationen, neuerdachte Bewegungen und künſtliche Veränderungen aufzuhelfen, ſo iſt es doch ſtets ein Gebäude geblieben, das alle Geſchicklichkeit ſeiner Baumeiſter nicht zu ſtützen vermocht hat, und von dem ſelbſt während der Ausbeſſerungen immer ein Theil über den andern ſtürzte.

Montucla Hiſt. des mathematiques, To. II. P. IV. L. 4. § 8

de Maupertuis Diſcours ſur les différentes figures des aſtres, §. III. Oeuvres de Maup. à Lyon. 1768. 8. To. I. p. 104 ſqq.

Wirbel im Waſſer, ſ. Strudel.

Wirbelwind, ſ. Wind.

Wirkung, Actio, *Action.* Mit dem Namen der Wirkungen belegt man diejenigen Veränderungen, welche irgend eine phyſiſche Urſache hervorbringt oder hervorzubringen ſtrebt. Wirkung einer Kraft iſt die Bewegung, welche durch ſie entſteht, oder der Druck, den ſie äuſſert, wenn die Bewegung verhindert wird; Wirkung eines Körpers in den andern die Veränderung, die jener in dieſem, oder in deſſen Zuſtande, hervorbringt u. ſ. w. Ueber das Maaß der Wirkungen, in ſofern man daraus auf die Größe der Urſachen oder Kräfte ſchließen will, läſt ſich im Allgemeinen wenig beſtimmtes ſagen. Man muß in jeder beſondern Lehre genau beſtimmen, was man als Größe der Wirkung betrachten und ausmeſſen wolle, z. B. ob man die Größe der Bewegung in einer gewiſſen Zeit, oder die Totalſumme aller erzeugten Bewegung ohne Rückſicht auf die Zeit u. ſ. w. verſtehe. Zweydeutigkeiten dieſer Art haben die Lehre von Ausmeſſung der Kräfte durch ihre Wirkungen ungemein verdunkelt, ſ. Kraft (Th. II. S. 803 u. f.).

Herr von **Maupertuis** (Mém. de l'acad. des ſc. de Paris. 1744. ingl. Mém. de l'acad. roy. de Pruſſe. 1746. p. 268 ſqq. und im Eſſai de Coſmologie in Oeuvres de *Maupertuis*, à Lyon. 1768. 8. To. I.) verbindet mit dem Namen **Größe der Wirkung** (*quantité d'action*) einen ihm eignen Begrif, indem er darunter bey Bewegungen, die durch Kräfte hervorgebracht werden, das Product aus der Maſſe des bewegten Körpers in ſeine Geſchwindigkeit und in den Raum, den er durchläuft, verſtehet. Er ſtellt ſich nemlich vor, wenn ein Körper aus einem Orte in den andern gebracht werde, ſo ſey die Wirkung deſto größer, je größer die Maſſe des Körpers, je ſchneller die Bewegung, und je länger der Raum ſey, durch den der Körper gehe.

In dieſem dem Worte Wirkung untergelegten Sinne iſt, nach der Entdeckung des Herrn **von Maupertuis**, bey den Geſetzen des Gleichgewichts, des Stoßes, ingleichen der Zurückwerfung und Brechung ꝛc. die Größe der Wirkung allemal ein **Kleinſtes**. Herr von M. ſahe es daher als ein allgemeines Naturgeſetz an, **daß bey allen in der Natur geſchehenden Veränderungen die dazu erforderte Größe der Wirkung die kleinſte mögliche ſey.** Dieſen Satz ſucht er in den oben angeführten Schriften unter dem Namen des Geſetzes oder **Satzes der kleinſten Wirkung** (lex ſ. principium minimae actionis, *Principe de la moindre action*) allgemein zu beſtätigen. Er verſucht ſogar in der Koſmologie, ihn als eine unmittelbare Folge aus den Eigenſchaften des göttlichen Weſens vorauszuſetzen, und nun als eine fruchtbare Grundregel der ganzen Mechanik und Optik zu betrachten, welche ſelbſt der Erhaltung der lebendigen Kräfte vorzuziehen ſey, und aus welcher ſich die Geſetze des Stoßes, des Gleichgewichts, der Brechung, Zurückwerfung u. ſ. w. als nothwendige Folgen herleiten ließen. Wie dieſes geſchehen könne, iſt bey den Worten Stoß (Th. IV. S. 237.), **Brechung** (Th. I. S. 421.), **Zurückwerfung**, umſtändlich gezeigt worden. Maupertuis ſelbſt macht noch mehrere Anwendungen von dieſem Satze, und **Euler** (Methodus inveniendi curvas maximi minimive proprietate gaudentes. Genevae, 1744. 4. Additam. II.) zeigt, daß man daraus die Krümmung federharter Bleche (curva elaſtica) beſtimmen könne, und daß bey den Centralbewegungen das Product der Geſchwindigkeit in das Element der Bahn gleichfalls ein Kleinſtes ſey, welches eine der ſchönſten Anwendungen dieſes Geſetzes auf die Bewegung der Planeten und der geworfenen Körper, denen nichts widerſteht, ausmacht. Den Satz ſelbſt hat man ſonſt auch das **Geſetz der Sparſamkeit** (lex parſimoniae, *loi de l'épargne*) genannt, weil vermöge deſſelben in der Natur ſo viel als möglich, durch ſo wenig als möglich ausgerichtet wird.

Die Entdeckung eines ſo allgemeinen und ſchönen Satzes, der dem menſchlichen Verſtande gleichſam einen

Blick in den Rath der höchſten Weisheit zu erlauben, und den Entſcheidungsgrund des Schöpfers bey der Wahl der vornehmſten Naturgeſetze zu enthüllen ſcheint, ſetzt in der That ſo viel Scharfſinn voraus, daß man ihrem Urheber gern die kleine Eitelkeit verzeiht, auf eine ſolche Erfindung einen etwas hohen Werth gelegt zu haben. Leider muſte er auch dafür durch bittere Kränkungen büſſen. Der Profeſſor der Mathematik zu Franeker, **Samuel König** (De univerſali principio aequilibrii et motus etc. in Actis Erud. Lipſ. menſ. Mart. 1751. p. 125 ſqq. 162 ſqq.) machte Erinnerungen gegen das Geſetz der kleinſten Wirkung, ſuchte vielmehr die ſtatiſchen und mechaniſchen Sätze aus der Betrachtung der lebendigen Kräfte herzuleiten, und erinnerte am Ende, ſchon **Leibnitz** ſey im Beſitz einer weit ausgebreiteten Theorie der Wirkung geweſen, indem ſich in einem ſeiner Briefe an **Hermann** in Baſel folgende Stelle befinde: „L'*Action* n'eſt point ce que Vous penſez, „la conſideration du *tems* y entre; elle eſt comme le pro„duit de la maſſe par le tems, ou du tems par la force „vive. J'ai remarqué, que dans les modifications des „mouvemens elle devient ordinairement un *Maximum* „ou un *Minimum*. On en peut deduire pluſieurs propo„ſitions de grande conſequence etc." In der That kömmt der Begrif von Wirkung, den dieſe Stelle ausdrückt, mit **Maupertuis** Beſtimmung völlig überein: denn das Product aus der lebendigen Kraft MC^2 in die Zeit T (oder MC^2T) iſt dem Producte aus Maſſe, Raum und Geſchwindigkeit, oder MSC gleich (weil $CT = S$, ſo lange die Bewegung gleichförmig iſt), und ſo ſchiene der Satz, daß dieſe Größe der Wirkung gemeiniglich ein Gröſtes oder Kleinſtes werde, ſchon ein Gedanke Leibnitzens geweſen zu ſeyn.

Herr von **Maupertuis** nahm die Anführung der gedachten Stelle ſo auf, als beſchuldige ihn **König**, die Erfindung von Leibnitzen entlehnt, und mit Unrecht für die ſeinige ausgegeben zu haben, welches doch wohl die Meinung nicht geweſen war. Er forderte von König, den Brief im Originale darzulegen, und miſchte, als dieſes nicht gleich

bewerkſtelliget werden konnte, die königl. preuſſiſche Academie der Wiſſenſchaften in die Sache, von welcher er Präſident, König aber ein Mitglied war. Dieſe fällte über König ein Urtheil (Jugement de l'acad. roy. des Sc. et belles lettr. ſur une lettre prétendue de M. de Leibniz, Berlin, 1752.), wogegen dieſer eine Vertheidigung (Appel au Public du jugement de l'acad. roy. etc. Leide, 1752. 8.) herausgab. Auf dieſe Art ward der Streit von der Hauptſache abgelenkt, und auf das Benehmen der Perſonen und die Avthenticität eines Leibnitziſchen Briefes gerichtet, ſo daß nun auch diejenigen Gegner des Herrn von Maupertuis Theil nehmen konnten, die ſich ſonſt um eine mathematiſche Frage nicht bekümmert hätten. Insbeſondere benützte Herr **von Voltaire** dieſe Veranlaſſung, eine Anzahl luſtiger Schriften gegen Maupertuis zu verfertigen, welche dieſen aufs äuſſerſte entrüſteten, bis ſich zuletzt die Sache mit der Ungnade des Königs gegen Voltaire, und deſſen Entfernung von Berlin endigte. Herr **Käſtner** bemerkt hiebey, man habe ſonderbar gefunden, daß ſich Voltaire, ſeinem ſonſt bekannten Character entgegen, wider das Geſetz der Sparſamkeit erklärt habe.

Die lehrreichſte Vertheidigung des Satzes der kleinſten Wirkung iſt von **Euler** (Diſſ. de principio minimae actionis. Berol. 1753. 4. und franzöſiſch in den Mém. de l'acad. de Pruſſe 1751. p. 199.). Gegen Maupertuis haben einige Holländer, beſonders **Martin Martens** (Aanmerkingen over de Wet van Sparſamheit. Amſterdam, 1752. 4) und **Anton Brugmans** (Proeve over de waare grondwetten der Beweging en Ruſt. Leiden, 1753.) geſchrieben. Man ſuchte vornehmlich zu zeigen, daß die Minima, welche bey den Geſetzen der Bewegungen vorkommen, nicht erſte Geſetze, ſondern Folgen aus den Eigenſchaften der Körper (non principia, ſed principiata) ſind, daß man alſo das Geſetz der Sparſamkeit in keinem Falle anwenden dürfe, wenn man nicht ſchon aus andern Gründen vorher wiſſe, daß dabey die Wirkung ein Kleinſtes ſeyn müſſe. Dieſe Bemerkung iſt auch gewiß ſehr richtig; man darf in der Phyſik nicht die Zwecke vorausſetzen,

um die wirklichen Geſetze daraus zu demonſtriren: vielmehr muß man die Geſetze aus Erfahrung kennen lernen, und erſt dann iſt es erlaubt, daraus Muthmaßungen über die Endzwecke herzuleiten, ſ. Teleologie.

Es iſt auch zuverläßig, daß man die Geſetze des Stoſſes, der Brechung u. ſ. w. aus dem Satze der Sparſamkeit allein nicht würde erfunden haben. Denn wenn man ſie daraus ableiten will, ſo hat man allemal noch gewiſſe andere Vorausſetzungen nöthig, z. B. daß beym Stoße elaſtiſcher Körper die relative Geſchwindigkeit ungeändert bleibe, daß bey der Brechung die Geſchwindigkeiten in beyden Mitteln in einem beſtändigen Verhältniſſe ſtehen u. d. gl. Wie hätte man gerade auf dieſe Vorausſetzungen, und auf keine andern, verfallen ſollen, wenn nicht die zu erfindenden Geſetze ſchon vorher aus andern Betrachtungen oder Erfahrungen bekannt geweſen wären?

Wie dem aber auch ſey, ſo bleibt doch an ſich der Satz ewig wahr, daß in einigen der ſchönſten und allgemeinſten Naturgeſetze das Product aus Maſſe, Raum und Geſchwindigkeit in der That ein **Kleinſtes** iſt. Dieſe mathematiſche Wahrheit behält immer ihren Werth, und kan auf ſchöne teleologiſche Betrachtungen führen. Wenn ſie auch Leibnitz bereits gekannt hat, ſo iſt doch von ihm bey dem Geſetze der Stralenbrechung ein ganz anderer Grundſatz, nemlich daß die Schwierigkeit des Fortgangs ein Kleinſtes werde, angenommen worden, ſ. **Brechung** (Th. I. S. 420.) Herr von **Maupertuis** behält alſo immer das Verdienſt, dieſe Wahrheit mit ihrer richtigern Beſtimmung entdeckt, und auf eine ſehr ſcharfſinnige und glückliche Art aus den Naturgeſetzen entwickelt zu haben: er fehlte nur darinn, daß er die Schlußart umkehren, und die Naturgeſetze aus dem entdeckten Satze, als einem koſmologiſchen Princip, erweiſen wollte.

Käſtner Anfangsgründe der höhern Mechanik. Göttingen 1766. 8. III. Abſch. §. 209 u. f. S. 381.

Briſſon Diction. raiſ. de Phyſ. Art. *Action*.

Wirkungskreis, Sphäre der **Wirkſamkeit**, Sphaera activitatis, *Sphere d'activité*. Dieſen Namen

giebt man dem Raume, innerhalb deſſen die Wirkungen einer Kraft oder einer andern phyſiſchen Urſache, welche ſich an einem beſtimmten Orte befindet, merklich ſind. Wenn ſich ſolche Wirkungen von dieſem Orte aus nach allen Richtungen erſtrecken, ſo werden ſie gemeiniglich nach gewiſſen Geſetzen deſto ſchwächer, je größer die Entfernung von dieſem Orte wird. So macht der Ort, wo ſich die wirkende Urſache befindet, gleichſam den Mittelpunkt aus, um den ſich ihre Wirkſamkeit verbreitet, und wenn die Wirkungen in gleicher Entfernung von dieſem Mittel gleich ſtark ſind, ſo liegen die Stellen, wo ſie merklich zu ſeyn aufhören, nach allen Richtungen gleich weit ab, und bilden eine den Mittelpunkt umgebende Kugelfläche. So kömmt dem Raume, den dieſe begrenzt, der Name einer Sphäre zu.

Auf dieſe Art verbreitet ſich die Erleuchtung der Flächen rings um jeden leuchtenden Punkt, und die Wirkung der Anziehung oder Gravitation rings um jede Maſſe, beyde nach dem Geſetze, daß ſie im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung abnehmen. Eben ſo verbreiten ſich auch die Wirkungen des elektriſchen und magnetiſchen Anziehens und Zurückſtoßens, deren Geſetze ſo genau nicht bekannt ſind, rings um jeden elektriſirten oder magnetiſchen Körper. Endlich erreicht man Entfernungen, in welchen die Wirkung zu ſchwach wird, um noch in die Sinne zu fallen. Wo dies zuerſt geſchieht, da ſollte eigentlich die Grenze des Wirkungskreiſes ſeyn. Man ſieht aber leicht, daß es mit der Beſtimmung dieſer Grenzen ſo genau nicht genommen werden darf. Denn feinere oder durch gute Werkzeuge unterſtützte Sinne können da noch Wirkungen wahrnehmen, wo dieſelben ſtumpfern oder unbewaffneten Sinnen ſchon gänzlich entgehen. Der Begrif von Wirkungskreiſen iſt mehr der Bequemlichkeit halber eingeführt, um die Stellen der deutlich zu bemerkenden Wirkungen von den Stellen der geringern und gleichſam verſchwindenden im Allgemeinen zu unterſcheiden.

Will man ja Größen der Wirkungskreiſe genau beſtimmen, ſo muß man eine gewiſſe gegebne Stärke der Wir-

kung als die leßte oder geringſte merkliche anſehen, und dann aus den Umſtänden der Sache die Entfernung ſuchen, in welcher dieſe Stärke der Wirkung ſtatt findet. Die gefundne Entfernung giebt den Halbmeſſer des Wirkungskreiſes, oder wenigſtens den Abſtand der Grenze nach der zu unterſuchenden Richtung, an.

Wirkungskreiſe, elektriſche, elektriſche Atmoſphären, elektriſche Einflüße (de Lüc), Atmoſphaerae electricae, Sphaerae activitatis electricae, *Atmoſpheres électriques*, *Influences électriques*. Man verſteht unter einem elektriſchen Wirkungskreiſe den Raum, innerhalb deſſen ein elektriſirter Körper auf andere benachbarte durch Vertheilung, d. i. durch Zurückſtoßung der gleichartigen und Anziehung der entgegengeſetzten Elektricität, merkliche Wirkungen äuſſert; oder allenfalls die in dieſem Raume befindliche Luft, auf welche der elektriſirte Körper wirket.

Die erſten Elektriker, welche auſſer dem Anziehen und Zurückſtoßen wenig elektriſche Erſcheinungen kannten, ſuchten die Urſache dieſer Phänomene in ölichten Ausflüßen, die nach ihrer Vorſtellung den Körper, wie eine Dunſtkugel, umringten. Dies hat zuerſt den Namen der elektriſchen Atmoſphären veranlaßt. In der Folge gab man zwar dieſen groben Begrif auf, behielt aber doch die Vorſtellung bey, daß die Elektricität eines Körpers eine Art von Atmoſphäre um ihn bilde, oder wenigſtens der umgebenden Luft bis auf einige Entfernung mitgetheilt werde, ſo daß ſich dieſe Luft als elektriſche Atmoſphäre des Körpers betrachten laſſe. Dies findet nun allenfalls ſtatt, ſo lange blos Mittheilung der Elektricität betrachtet wird; aber die Geſetze der Vertheilung erfordern ganz andere Begriffe. Inzwiſchen hat man dieſe alte Idee von Atmoſphären aus elektriſcher Materie oder aus elektriſirter Luft lange genug beybehalten: nur ſeit kurzem iſt erſt der Name der elektriſchen Wirkungskreiſe gewöhnlicher, und im richtigern Sinne genommen worden, in welchem er den Raum anzeigt, durch den ſich merkliche Einflüſſe einer Elektrici-

tät, oder merkliche Wirkungen derſelben auf Vertheilung äuſſern.

Um Wiederholungen zu vermeiden, verweiſe ich hier auf das, was von den elektriſchen Wirkungskreiſen und der Vertheilung beym Worte Elektricität (Th. I. S. 736. u. f.) ingleichen von der Geſchichte dieſer Lehre (ebend. S. 752.) bereits geſagt worden iſt. **Wilke** und **Aepinus** haben unſtreitig zu richtigern Kenntniſſen hievon den erſten Grund gelegt. Schon in ihren ältern Schriften findet ſich ſeit dem Jahre 1757 alles dasjenige, woraus ſpäterhin die Lehre von der Vertheilung der Elektricität, nebſt den Erfindungen des Elektrophors, Condenſators u. ſ. w. entwickelt worden iſt, und was den Schlüſſel zu den räthſelhafteſten Geheimniſſen der Elektricität enthält. **Wilke** entdeckte zuerſt das wahre Geſetz der elektriſchen Wirkungskreiſe, oder (wie man ſie damals nannte) Atmoſphären, daß jeder elektriſirte Körper in andern, welche in ſeinen Wirkungskreis kommen, eine der ſeinigen entgegengeſetzte Elektricität zu erwecken ſtrebt, welches Geſetz, wie wir (Th. I. S. 742.) gezeigt haben, im Grunde mit dem Geſetze des Anziehens und Zurückſtoßens ganz einerley iſt.

Verſuche, welche auf dieſes Geſetz hätten führen können, waren freylich ſchon lange vorher bekannt. **Otto von Guericke** (Experimenta Magdeburg. de vacuo ſpatio, Lib. IV. Cap. 15.) hatte bereits gefunden, daß Fäden, welche in einem geringen Abſtande von ſeiner geriebenen Schwefelkugel hiengen, oft von ſeinem nahe daran gehaltenen Finger zurückgeſtoßen wurden. Nemlich im Wirkungskreiſe der negativ elektriſirten Kugel erhielten Fäden und Finger eine poſitive Elektricität, und ſtießen nun einander nach den gewöhnlichen Geſetzen ab. Was die Jeſuiten in Peking ſchon 1755 bemerkt hatten, ſ. beym Worte **Quadrat, elektriſches** (Th. III. S. 587). Vorzüglich aber gehören hieher die zahlreichen Verſuche, welche **Canton** (Philoſ. Trans. Vol. XLVIII. P. I. p. 350.) und **Franklin** (Philoſ. Trans. Vol. XLIX. P. I. p. 300.) in den Jahren 1753 bis 1755 über die elektriſchen Atmoſphären anſtellten, und welche man damals einer unerklärbaren Zaube-

rey ähnlich fand, weil man ſich unter dieſen Atmoſphären noch immer eine Anhäufung gleichartiger Elektricität um den elektriſirten Körper vorzuſtellen gewohnt war.

Aepinus (Tentamen theoriae electricitatis et magnetiſmi. Petrop. 1759. 8. maj. p. 257.) läugnete zuerſt das Daſeyn eigentlicher aus elektriſcher Materie beſtehender Dunſtkreiſe, ſubſtituirte dafür die richtigere Benennung der **Wirkungskreiſe**, und ließ den Namen der Atmoſphäre nur unter der Bedingung zu, wenn man darunter die Luft verſtehen wolle, welche den elektriſirten Körper umgiebt, und auf die ſeine Elektricität wirkt. Nach dieſer richtigern Vorſtellung hat die Elektricität ihren Sitz blos im Körper ſelbſt und auf deſſen Fläche; nur die Wirkungen ihres Anziehens und Zurückſtoßens ſind es, die ſich bis auf eine gewiſſe Weite merklich äuſſern, und dadurch die Grenzen des Wirkungskreiſes beſtimmen.

Nach der von Herrn **Lichtenberg** eingeführten Vorſtellungsart und Bezeichnung wird die in den Körpern enthaltene poſitive Elektricität +E, die negative −E genannt. Nähert man den poſitiv elektriſirten Körper A an B, ſo zieht ſein +E das −E des Körpers B an, und ſtößt das +E deſſelben zurück. Die Weite, bis auf welche ſich dieſe Wirkungen merklich äuſſern, beſtimmt die Größe des Wirkungskreiſes. Hiebey iſt noch kein Uebergang, ſondern nur **Vertheilung** der Elektricität, welche eigentlich in einem bloßen Streben nach Uebergang beſteht. Bringt man endlich beyde Körper zu nahe an einander, ſo erfolgt der Uebergang ſelbſt, und A giebt von ſeinem +E an B, oder B von ſeinem −E an A, ab. Dieſe **Mittheilung** ſtellt das Gleichgewicht her, und man begreift hieraus, wie durch Ueberſtrömung, Funken, Schläge ꝛc. die Wirkungen der Vertheilung aufhören, und die Wirkungskreiſe verſchwinden müſſen.

Stumpf oder kugelförmig geendete Körper laden ihre Elektricität durch Funken in der gehörigen Schlagweite, ſpitzige durch ſtilles Ausſtrömen auf weit größere Entfernung aus: platte und ebne Oberflächen hingegen ſind zur Mittheilung ihres E im höchſten Grade ungeſchickt, ſ. Spitzen, elektriſirte. Hieraus folgt, daß ſich bey Spitzen faſt gar keine Wir-

kungen der Atmoſphären zeigen können, daß bey ſtumpfgeendeten Körpern dieſe Wirkungen merklicher ſind, und ſich auf eine gewiſſe Entfernung über die Schlagweite hinaus erſtrecken; daß endlich bey platten Flächen die Erſcheinungen der Wirkungskreiſe äuſſerſt ſtark und lang anhaltend ſeyn müſſen, ja ſelbſt bey unmittelbarer Berührung noch ſtatt finden, woraus ſich die Phänomene geriebener Glastafeln, Harzkuchen und anderer elektriſcher Platten, der Ladung des Elektrophors, Condenſators u. ſ. w. erklären.

Durch die Wirkungen der Atmoſphäre verliert der elektriſirte Körper, dem dieſelbe zugehört, nichts von ſeiner Elektricität; auch dauern die Wirkungen ſo lange fort, als ſich die Elektricität erhält; daher rührt das Anhaltende und Perpetuelle in allen Erſcheinungen, welche blos von der Vertheilung durch Wirkungskreiſe entſpringen.

Inzwiſchen iſt hiebey ein wichtiger Umſtand zu bemerken, welchen Herr **Volta** zuerſt aus dem gehörigen Geſichtspunkte betrachtet hat. Nemlich jedes +E oder −E, welches innerhalb ſeines Wirkungskreiſes eine Vertheilung bewirkt, ſcheint dieſe Zeit über in eben dem Maaße ſchwächer oder unwirkſamer zu werden, in welchem die von ihm bewirkte Vertheilung ſtärker iſt. Hört aber die Vertheilung auf, ſo ſcheint auf einmal die ganze vorige Stärke dieſes +E oder −E zurück zu kehren. Dahin gehören alle die Erſcheinungen, welche **Beccaria** unter dem Namen Electricitas vindex begrif, weil er glaubte, der elektriſirte Körper lege ſein ±E wirklich in einen andern berührenden oder genäherten ab, und ergreife daſſelbe bey der Trennung wieder.

Volta hingegen verband hiemit den weit einfachern und natürlichern Begrif, daß dieſe ſcheinbare Schwächung blos eine nothwendige Folge der Verwendung des ±E auf die hervorgebrachte Vertheilung ſey. Eine Kraft, welche ſich auf irgend etwas verwendet, kan auſſer dem, was ſie hiebey thut, nicht zugleich noch etwas anderes bewirken. Sie ſcheint durch dieſe Verwendung geſchwächt oder verſchwunden zu ſeyn, ohne daß man darum nöthig hat, eine beſondere entgegengeſetzte Kraft anzunehmen, die ſie aufgezehrt habe, ſ. Gegenwirkung. Eben ſo muß ein ±E,

welches eine Vertheilung bewirkt, ſchon darum, weil es wirkt, aufhören, ſich durch andere Merkmale zu zeigen, durch die es ſich vorher offenbarte. Es wird alſo die Fäden des Elektrometers weniger, als vorher, auseinander treiben, genäherten Leitern keine Funken mehr, oder doch nicht mehr ſo ſtarke, als vorher, geben, d. i. es wird, nach dem Ausdrucke des Herrn **Volta**, ſeine Intenſität geſchwächt werden. Noch bequemer iſt der von Herrn Lichtenberg gebrauchte Ausdruck, es werde **gebunden** (unwirkſam in Abſicht auf ſeine gewöhnlichen Merkmale). Hört die Wirkung auf Vertheilung auf, ſo wird es wieder frey, oder ſeine vorige Intenſität kehrt ohne Verluſt in ihrer ganzen Stärke zurück.

Hiezu bedarf es keines neuen Grundſatzes. Alles erfolgt nach den allgemeinen Geſetzen der Kräfte, wie bey Wirkung und Gegenwirkung, wie beym Binden und Freywerden durch chymiſche Verwandſchaften u. ſ. w. Auch iſt die Bindung allemal gegenſeitig. Wenn ein $+E$ innerhalb ſeines Wirkungskreiſes das $-E$ eines andern Körpers anzieht und gegen ſich lockt, ſo binden beyde einander, und beyde verlieren von ihrer Intenſität. Trennt man ſie wieder, ſo werden beyde frey; jedes bringt nun andere Wirkungen hervor, und verhält ſich ſeiner vorigen Intenſität gemäß ſo, wie es die Umſtände erfordern.

Da ſich gleichartige E abſtoßen, ſo iſt jeder Körper deſto geneigter, mehr $\pm E$ anzunehmen, je weniger er deſſen bereits hat, oder je weniger dasjenige, ſo er hat, wirkſam iſt. Wenn alſo die Intenſität des $\pm E$ in einem Körper geſchwächt wird, ſo wird im Gegentheil die **Capacität** des Körpers, mehr $\pm E$ anzunehmen, ſtärker. Daher nehmen bey jeder Vertheilung oder gegenſeitigen Bindung die Capacitäten zu, indem die Intenſitäten abnehmen, und man kan zwo Flächen fähig machen, weit mehr $\pm E$, als ſonſt, anzunehmen, wenn man jede in den Wirkungskreis der entgegengeſetzten andern bringt. Hievon ſind die geladnen Flaſchen und Platten deutliche Beyſpiele. Jede belegte Seite befindet ſich im Wirkungskreiſe der andern: dadurch verſchwindet faſt alle Intenſität, ſo daß eine Seite

allein weder ſtark aufs Elektrometer wirkt, noch merkliche Funken giebt; die Capacität der Seiten hingegen wird äuſſerſt groß, und macht eine ungemein heftige Ladung möglich. Beym Entladen wird dieſen ſtarken Elektricitäten ein Weg, ſich zu verbinden, eröfnet, wodurch die Vertheilung plötzlich aufhört, und die ganze Ladung beyder Seiten mit zurückkehrender voller Intenſität ausbricht. Eben dadurch erklären ſich auch die Erſcheinungen des Elektrophors und Condenſators der Elektricität, wobey die allgemeinen Erſcheinungen der Wirkungskreiſe durch die beſondern Eigenſchaften nicht leitender oder langſam leitender Subſtanzen modificirt ſind. Man ſ. die dieſen Werkzeugen gewidmeten Artikel.

Lord Mahon, jetzt Graf Stanhope (Principles of electricity. London, 1779. 4. Lord Mahons Grundſätze der Elektricität, a. d. engl. überſ. mit Anm. von J. F. Seeger. Leipzig, 1789. gr. 8.) hat einen großen Theil ſeiner wichtigen Unterſuchungen den elektriſchen Atmoſphären gewidmet, die er als einen Theil poſitiv oder negativ elektriſirter Luft betrachtet. Er bediente ſich dabey eines Elektrometers aus Korkkugeln von höchſtens $\frac{1}{10}$ Zoll im Durchmeſſer, die an ſo feinen leinenen Fäden, als ohne Zerreiſſung möglich war, an einem Haken parallel aufgehangen waren, und am ſicherſten mit einer Stange Siegellak iſolirt wurden. Er unterſuchte damit die Stärke der Elektricität in den verſchiedenen Theilen des iſolirten Leiters AB (Taf. XXVII. Fig. 89.), deſſen E durch Annäherung eines andern durch Mittheilung elektriſirten Leiters PC vertheilt iſt. Hat z. B. PC ein +E erhalten, ſo zeigt der in den Wirkungskreis deſſelben eingeſenkte Theil des andern Leiters A ein −E, der entfernte Theil B hingegen (ſo lange er nicht berührt worden iſt) ein +E, und zwiſchen beyden Enden befindet ſich ein Punkt D, welcher gar keine Elektricität zeigt, und den Lord Mahon den neutralen Punkt nennet. Die Stelle dieſes neutralen Punkts ſucht er durch die Theorie nach zweyerley Hypotheſen zu beſtimmen, indem er einmal annimmt, die Wirkung oder die Dichtigkeit der Elektricität verhalte ſich umgekehrt, wie der Abſtand ſelbſt, und dann, ſie verhalte ſich verkehrt, wie das Quadrat des Ab-

ſtands. Die Verſuche zeigten nachher, daß diejenige Stelle die richtige war, welche ſich aus der letztern Hypotheſe ergab. Bey dieſen äuſſerſt feinen Verſuchen durfte der Faden am Elektrometer nicht über $\frac{3}{4}$ Zoll lang, und nicht wohl an etwas anderm, als an einer Stange Siegellack befeſtiget ſeyn. Oft war es ſehr ſchwer, die Stelle des neutralen Punkts bis auf $\frac{1}{100}$ oder $\frac{1}{80}$ der Länge AB genau anzugeben, indem das + E bey B und das − E bey A überaus ſchwach war; indeß gelang es doch immer, zu ſehen, daß Verſuch und Rechnung mit einander übereinſtimmten. Allemal war $BC + AC : AC = BD + AD : AD$. Es darf aber hiebey AB nicht berührt werden, und noch weniger mit der Erde in Verbindung oder von feuchter Luft umgeben ſeyn; auch darf kein ſpitziger Leiter in den elektriſchen Wirkungskreis gebracht werden.

Dieſe Entdeckungen des Lord Mahon erregten bey den Phyſikern viel Aufmerkſamkeit; aber Herr **Volta**, der bald nachher nach England kam, läugnete, daß das am Leiter AB verſchobne Elektrometer den wahren Zuſtand des ± E an ſeinen verſchiedenen Stellen anzeige. Der Grund, der ihn hiezu bewog, war dieſer, weil der Leiter AB aus jeder Stelle ſeiner Länge, an welcher man ihn berührt, auf gleiche Art einen poſitiven Funken giebt, und alsdann, wenn man den Einfluß von PC aufhebt, negativ befunden wird. **Volta** ſchloß hieraus gegen Lord Mahon, daß während des Einfluſſes von PC die Wirkung in AB überall von gleicher Intenſität, oder AB an allen ſeinen Stellen in ebendemſelben elektriſchen Zuſtande ſey. Die Veränderungen des Elektrometers ſchrieb er vielmehr dem unmittelbaren Einfluſſe des PC auf die Kugeln deſſelben zu.

Herr de Lüc (Neue Ideen über die Meteorologie, Th. I. § 320 u. f.) hat dieſen ſcheinbaren Widerſpruch zwiſchen Lord Mahon und Volta ſehr glücklich gehoben, indem er gezeigt hat, daß beyde zugleich Recht haben, indem ſie die Sache aus verſchiedenen Geſichtspunkten betrachten. Mahon redet von dem Abſtoßen der Kugeln des Elektrometers, oder nach de Lüc Ausdrucke von elektriſchen Bewegungen, welche lediglich von den Geſetzen der Dichtigkeit des elektriſchen

Fluidums abhängen; Volta hingegen ſieht auf den Uebergang dieſes Fluidums in andere Körper, welcher auf dem Geſetze ſeiner ausdehnenden Kraft beruht. Nun ſteht aber die Dichtigkeit gar nicht nothwendig, und in der That nur ſehr ſelten, in gleichem Verhältniſſe mit der ausdehnenden Kraft, indem eben dieſelbe Menge elektriſcher Materie durch eine größere Menge fortleitendes Fluidum mehr ausdehnende Kraft erhält. Mithin können beyde Behauptungen wahr ſeyn, ohne ſich zu widerſprechen. Auch lehren Herrn de Lüc eigne ſorgfältige Verſuche, daß wirklich bey Leitern, welche elektriſchen Einflüßen ausgeſetzt werden, die Dichtigkeiten des elektriſchen Fluidums an verſchiedenen Stellen verſchieden ſind, obgleich die ausdehnende Kraft an allen Stellen faſt gleich groß iſt.

Ich habe die allgemeinen Begriffe, auf welche Herr de Lüc ſeine ganze Theorie der Elektricität gründet, bereits bey dem Worte Flaſche, geladne (Th. II. S. 309. 310.) kürzlich angeführt. Er nimmt dabey nur eine elektriſche Materie an, deren Ueberfluß oder Mangel die Aeußerungen des +E und —E verurſachet; aber er ſetzt dieſelbe aus zwoen ſchwach mit einander zuſammenhängenden Subſtanzen, einer ſchweren eigentlich ſogenannten elektriſchen Materie, und einem nach gleichförmiger Verbreitung ſtrebenden, alle Körper durchdringenden fortleitenden Fluidum (*fluide deferent*) zuſammen. Eine größere Menge des letztern giebt einer gleichen Menge der erſtern mehr ausdehnende Kraft.

Hieraus werden nun die Erſcheinungen der elektriſchen Wirkungskreiſe, oder wie ſie Herr de Lüc nennt, der elektriſchen Einflüße, auf folgende Art erklärt. Wenn man z. B. die Harzfläche eines Elektrophors reibt, ſo bemächtigt ſich das Reibzeug eines Theiles ihres elektriſchen Fluidums, der durch die Hand des Experimentators in den Boden ſtrömt. Dadurch geht auch fortleitendes Fluidum verlohren, das aber aus der entgegengeſetzten Fläche ſogleich erſetzt wird; hiemit wird die andere Fläche in Stand geſetzt, mehr elektriſche Materie aus dem Boden anzunehmen, die ſich daher an ihr deſto mehr verdichtet, je mehr fortleiten-

des Fluidum ihr durch fortgeſetztes Reiben der obern Flä-che entzogen wird. Eben ſo wird von dem elektriſirten Lei-ter PC, Taf. XXVII. Fig. 89. fortleitendes Fluidum in den iſolirten Leiter AB überſtrömen; aber das Ende A iſt dieſer Wirkung mehr, als B, ausgeſetzt, daher wird die dem Leiter AB eigne elektriſche Materie bey A mehr ausdeh-nende Kraft, als bey B erhalten; da aber hier nichts iſt, was ſie hinderte, ſich ins Gleichgewicht zu ſetzen, ſo wird ſie ſich ſo vertheilen, daß die ausdehnende Kraft durch die ganze Länge AB gleich groß iſt, woraus denn nothwendig folgt, daß bey A mehr fortleitendes Fluidum und weniger Dichtigkeit der elektriſchen Materie, bey B hingegen weni-ger fortleitendes Fluidum und mehr Dichtigkeit der Mate-rie ſtatt finden muß. Daher zeigt A ein —E, B ein +E, wenn PC poſitiv elektriſirt iſt.

Vielleicht wird dies noch deutlicher, wenn man AB nach Herrn de Lüc Methode mit Waſſerdämpfen in einem verſchloßnen Gefäße vergleicht, die von C aus durch ein heftiges Feuer erhitzt werden. Hiebey ſtellt das Feuer oder die fühlbare Wärme das *Fluide deferent*, das Waſſer die ſchwere Subſtanz der elektriſchen Materie vor. Anfänglich werden die Dämpfe durch den ganzen Raum AB gleichför-mig verbreitet ſeyn. Wenn aber nun das Feuer von C her wirkt, ſo wird das Ende A heiſſer, als B, und die Däm-pfe in A erhalten mehr Elaſticität. Sie dehnen ſich alſo aus, und drücken dagegen die in B mehr zuſammen, ſo daß ſich nun bey A weniger, bey B mehr Dichtigkeit oder Waſ-ſerſtof befindet, die Hitze aber umgekehrt bey A größer, als bey B iſt. In dieſem Zuſtande iſt bey A mehr Trockenheit (—E), bey B mehr Feuchtigkeit (+E) anzutreffen; die Elaſticität aber iſt gleich groß an allen Stellen des ganzen Gefäßes AB.

Nach dieſen Begriffen beſteht die ganze Erſcheinung der elektriſchen Wirkungskreiſe in dem Ueberſtrömen oder der Fortpflanzung des elektriſchen fortleitenden Fluidums, welches ſich eben ſo, wie der freye Wärmeſtof, durch alle Körper bis zu einem gewiſſen Gleichgewichte zu vertheilen ſtrebt, und die ſchwere elektriſche Materie vermöge ſeiner

Verwandſchaft da mit ſich nimmt, wo ſie frey iſt oder ſchwächer zurückgehalten wird, da aber zurückläßt, wo ſie durch ihre Verwandſchaften ſtärker an andere Körper gefeſſelt wird. Da das Medium dieſer Fortpflanzung gemeiniglich die Luft iſt, ſo hat dieſe allerdings auf die Erſcheinungen der Wirkungskreiſe einen beträchtlichen Einfluß; denn ein jeder Körper beſitzt z. B. nur in ſofern +E, als er einen Ueberſchuß an elektriſcher Materie in Vergleichung mit der umgebenden Luft hat, und in ſofern —E, als er in Vergleichung mit eben dieſer Luft an elektriſcher Materie Mangel leidet.

Der Raum erlaubt mir nicht, hier dieſes Syſtem vollſtändig vorzutragen. Es ſcheint zwar ein wenig verwickelt, ſchließt ſich aber doch an die Phänomene mit vieler Leichtigkeit und Uebereinſtimmung an, und erklärt am Ende mancherley Umſtände, von denen ſich aus den ſonſt bekannten Geſetzen und Vorſtellungsarten nicht allemal leicht Rechenſchaft geben läſt. Man wird dies ſehr lebhaft fühlen, wenn man in Herrn de Lüc Ideen über die Meteorologie das dritte Capitel, welches faſt die Hälfte des erſten Bandes ausmacht, mit Aufmerkſamkeit ſtudiren, und die darinn enthaltenen Erklärungen der leidner Flaſche, des Elektrophors, Condenſators, der elektriſchen Einflüße, der Bewegungen durch Anziehen und Zurückſtoßen, der Figuren des Herrn Lichtenberg u. ſ. w. mit dem, was von andern hierüber geſagt wird, zuſammenhalten will. Nur als Beyſpiel will ich noch die Erklärung des Elektrophors hinzufügen.

Nicht leitende Platten halten die elektriſche Materie, die einmal an ihren Oberflächen abgeſetzt iſt, ſehr feſt. Daher iſt die Entladung niemals vollſtändig, wenn auch gleich die Belegungen in einer leitenden Verbindung ſind. Es bleibt immer und auf lange Zeit etwas überflüßige elektriſche Materie auf der Seite, welche den Ueberſchuß hatte. Dagegen nehmen aber auch dieſe Flächen die elektriſche Materie mit Schwierigkeit, und nur durch Punkte der unmittelbaren Berührung, an; daher kömmt es, daß in derjenigen Fläche, welche verlohren hat, auch der Mangel

durch die veranſtaltete Entladung nicht gänzlich erſetzt wird.

Wenn man alſo mit dem Reiben der Harzſchicht eines Elektrophors aufhört, ſo nimmt doch die Fläche ihr verlohrnes Fluidum nicht leicht wieder an. Denn das auf der andern Seite angehäufte theilt mit ihr ſein fortleitendes Fluidum, und vermehrt alſo in ihr die ausdehnende Kraft, welcher Umſtand nicht nur während des Reibens dazu beyträgt, daß ſie elektriſche Materie verliert, ſondern auch vermittelt, daß die entgegengeſetzte Fläche, ob ſie ſchon mit dem Boden verbunden iſt, das elektriſche Fluidum, das ſie erhalten hat, nicht verlieren kan. Dies iſt die Urſache der langen Dauer dieſer entgegengeſetzten Modifikationen beyder Flächen, wenn gleich dieſelben mit Leitern in Verbindung ſind. Alsdann iſt der Elektrophor ganz in dem Falle einer elektriſchen Platte, die man geladen und dann wieder entladen hat, wodurch ebenfalls beyde Seiten nicht völlig ins Gleichgewicht kommen, weil ſie ſich gerade ſo, wie die Flächen der Harzſchicht des Elektrophors modificiren.

Wenn man auf die beyden Seiten der elektriſchen Platte Belegungen mit Elektrometern bringt, ſo bewegen ſich dieſe ſchwach, bisweilen beyde, bisweilen nur eines. Iſt die Platte geladen geweſen, ſo iſt die Bewegung gemeinlglich auf der poſitiven Seite. Iſt ſie aber gerieben worden, ſo iſt die Bewegung des Elektrometers auf der poſitiven Seite, wenn die Platte von Glas, auf der negativen, wenn ſie von Harz iſt. Bewegen ſich beyde Elektrometer, ſo geſchieht dieſes bey dem einen darum, weil die Seite des Elektrophors, die mit ſeiner Belegung in Verbindung iſt, dieſer letztern etwas fortleitendes Fluidum verſchaft, und dadurch ihre ausdehnende Kraft vermehrt, und bey dem Elektrometer auf der andern Belegung erfolgt es aus der entgegengeſetzten Urſache.

Berührt man nun die erſte oder obere dieſer Belegungen, ſo entzieht man ihr etwas elektriſches Fluidum, das in den Boden ſtrömt, und ihr Elektrometer kömmt in Ruhe, welches Gleichgewicht mit dem Boden anzeigt. Nun

hat man aber dem ganzen Apparate fortleitendes Fluidum entzogen, daher iſt auf der untern Seite Verminderung der ausdehnenden Kraft entſprungen, welches durch eine vermehrte Bewegung des Elektrometers daſelbſt angezeigt wird.

Berührt man nunmehr die andere Belegung, ſo nimmt ſie vom Boden elektriſches Fluidum an, und ihr Gleichgewicht ſtellt ſich her. Dadurch wird aber der vorige Verluſt von fortleitendem Fluidum im ganzen Apparate wieder erſetzt, und die elektriſche Materie jener Seite, ob ſie gleich durch den vorigen Verluſt dünner geworden iſt, überwiegt doch wieder an ausdehnender Kraft, welches ihr Elektrometer ſogleich anzeigt. Eine zweyte Berührung wird ihr alsdann eine zweyte Menge von elektriſchem Fluidum entziehen, und ſo werden dieſelben Operationen abwechſelnd immer dieſelben Wirkungen haben. Dadurch wird nun der Verluſt von elektriſchem Fluidum in der Belegung der poſitiven, ſo wie der Gewinn in der entgegengeſetzten Seite immer mehr vermehrt. Doch werden dieſe Wirkungen nach und nach immer kleiner; weil der Verluſt an fortleitendem Fluidum, den die eine Seite leidet, wegen ihres Abſtandes von der andern, die Menge des fortleitenden Fluidums in der letztern nicht ganz verhältnißmäßig vermindert, und eben ſo der Gewinn der letztern Seite aus dem Boden die Menge dieſes Fluidums in jener nicht ganz verhältnißmäßig vermehrt, ſo daß ſich endlich jede Belegung einem beſtändigen Gleichgewichte mit dem Boden nähert.

Dieſes Spiel abzukürzen, darf man nur beyde Belegungen zugleich berühren, wodurch eine ſchnelle Succeſſion aller vorigen Wirkungen hervorgebracht, und das Gleichgewicht mit dem Boden auf einmal erhalten wird.

Hebt man nun in dieſem Zuſtande eine, oder auch beyde Belegungen ab, und entfernt ſie aus dem Wirkungskreiſe oder Einfluße der Platte, ſo wird das fortleitende Fluidum, das ſie enthalten, nicht mehr durch die elektriſche Materie der anliegenden Seite der Platte beſchäftiget, ſondern kan ſich ganz allein auf die jeder Belegung eigne elektriſche Materie verwenden, daher nunmehr eine ſehr große Verände-

rung der ausdehnenden Kraft erfolgt. Die Belegung an der negativen Seite nimmt den ganzen Gewinn, den ſie erhalten hat, mit ſich; ſo wie die an der poſitiven nunmehr den ganzen Verluſt, den ſie erlitten hatte, anzeiget. So zeigt ſich jene ſtark poſitiv, dieſe ſtark negativ, man kan beträchtliche Funken durch beyde hervorbringen, Flaſchen damit laden u. ſ. w. indeß der Zuſtand der Platte ſelbſt immer unverändert bleibt.

Cavallo Vollſtändige Abhandl. der Lehre von der Elektricität, aus dem engliſchen. Dritte Auflage. Leipzig, 1785. gr. 8. Zuſatz des Ueberſetzers, S. 253 u. f.

J. A. de Lüc Neue Ideen über die Meteorologie, a. d. frz. Erſter Theil. Berlin u. Stettin, 1787. gr. 8. §. 300 u. f.

Wismuth, Aſchbley, Bismuthum, Stannum cinereum ſ. glaciale, *Bismuth, Etain de glace.* Ein röthlich weiſſes, aus breiten Blättern beſtehendes, ſehr ſprödes Halbmetall, das ziemlich hart iſt, und wenig Klang hat. Man gab ihm ſonſt den Namen **Markaſit,** welches beym Gebrauche älterer Schriften zu merken iſt, wie z. B. **Wolf** das Amalgama zu Belegung erhabner Kugelſpiegel (ſ. Spiegel, oben S. 128) aus Queckſilber, Zinn und Markaſit (Wismuth) bereiten lehrt, wo man ſehr irren würde, wenn man Markaſit nach der jetzigen Bedeutung des Worts für Schwefelkies nähme.

Des Wismuths eigenthümliches Gewicht iſt nach Bergmann 9, 670. Er ſchmelzt noch vor dem Glühen, und noch eher als Bley, ſchon bey 460 Grad Wärme nach Fahrenheit. In größerer Hitze verdampft er ſehr leicht, und brennt beym Zutritte der Luft mit einer ſchwachen blauen Flamme, und einem dicken gelben Rauche, der ſich an kalte Körper als **Wismuthblumen** anlegt. In verſchloßnen Gefäßen läſt er ſich unverändert ſublimiren. Wenn er nach dem Fließen ruhig erkaltet, ſo kryſtalliſirt er ſich in polyedriſchen Säulen, die ſich treppenförmig an einander legen. Wenn er bey mäßigem Feuer an der Luft fließt, ſo überzieht er ſich mit einer gelbbraunen Haut, durch deren wiederholtes Abnehmen man ihn ganz in **Wismuthaſche**

oder Wismuthkalk mit einer Gewichtszunahme von mehr als 8 Hunderttheilen verwandeln kan. Dieſer Kalk ſchmelzt ſo, wie di Blumen, zu einem gelben dichten Glaſe, das die Gefäße leicht durchdringt: er iſt auch ſehr leicht zu reduciren. Luft und Waſſer greifen den Wismuth nicht merklich an.

Die Säuren wirken nicht gleich ſtark auf dieſes Halbmetall. Die Vitriolſäure löſet nur kalt den Kalk, den reguliniſchen Wismuth nicht anders, als im Kochen, mit Entbindung vieler Schwefelluft, auf. Die Salzſäure wirkt auch concentrirt nur ſchwach und durch anhaltendes Digeriren auf den Wismuth, wodurch ſich eine ätzende Wismuthbutter bereiten läſt. Dephlogiſtiſirte Salzſäure bewirkt dies ſchneller und beſſer. Aber die Salpeterſäure iſt das eigentliche und wirkſamſte Auflöſungsmittel des Wismuths; ſie greift ihn mit Heftigkeit, Wärme und Entbindung einer ſehr reinen Salpeterluft an. Die Auflöſung iſt klar und farbenlos. Sie ſchießt zu Kryſtallen an, welche einen Wismuthſalpeter darſtellen. Mit recht viel reinem Waſſer verdünnt, läſt ſie den gröſten Theil des Wismuths als einen ſchönen weiſſen Kalk fallen, welcher den Namen des **Wismuthweiß, Schminkweiß, Spaniſchweiß** (magiſterium bismuthi, *Blanc d' Eſpagne*) führt, und um 0, 13 mehr, als der aufgelöſte Wismuth, wiegt. Die übrigen Säuren greifen mehrentheils nur den verkalkten, nicht den reguliniſchen, Wismuth an.

Mit dem Schwefel verbindet ſich der Wismuth im Fluße ſehr leicht zu einem künſtlichen Wismutherze aus glänzenden queer über einander liegenden Nadeln. Durch gelindes Röſten oder Kochen mit Salpeterſäure läſt ſich der Schwefel wieder davon ſcheiden. Auch die Schwefelleber löſet den Wismuth im Fluße auf, und ſchlägt ihn aus den Säuren, durch doppelte Wahlverwandſchaft, geſchwefelt und ſchwarz nieder. Daher gebraucht man die Auflöſung in Salpeterſäure, als eine ſympathetiſche Dinte, deren unſichtbare Schrift ſchwarz wird, wenn man ein mit Schwefelleberauflöſung angefeuchtetes Löſchpapier darauf legt.

Der Wismuth verbindet ſich leicht mit den meiſten andern Metallen, und macht ſie bleicher und ſpröder. Mit dem Queckſilber amalgamirt er ſich ſo leicht, daß er demſelben faſt gar nichts von ſeiner Flüßigkeit benimmt. Er wird daher oft zu Verfälſchung des Queckſilbers gebraucht. Das bloße Durchdrücken durch Leder reinigt ein ſolches Queckſilber nicht, weil Wismuth und Bley mit ihm durch die Poren des Leders gehen.

Man findet den Wismuth in den meiſten Kobalterzen, und zwar nach Bucquets Behauptung gediegen, ſo daß er mit dem Arſenik dieſer Erze in keiner Verbindung ſteht. Der Wismuthglanz iſt nichts anders, als der nadelförmige durch Schwefel vererzte Wismuth. Der gediegene Wismuth iſt kleinſchuppichter, als der durch Schmelzung erlangte, und meiſtens noch mit Silber, Eiſen und andern Metallen vermengt.

Man bedient ſich des Wismuths zu verſchiedenen Compoſitionen, zur Spiegelfolie, zum Löthen u. ſ. w. weil ein kleiner Antheil deſſelben die Schmelzbarkeit der Metalle ungemein vermehrt. So beſteht das Schnell- oder Zinnloth aus Zinn, Bley und Wismuth. Gleiche Theile Kupfer, Zinn und Wismuth geben ein weiches Metallgemiſch, worin man Münzen abdrücken kann. Gleiche Theile Bley, Zinn und Wismuth liefern eine Maſſe, die ſchon in der Siedhitze des Waſſers fließt, und mit etwas Queckſilber das unächte Mal- oder Muſivſilber ausmacht. Zum Abtreiben des Goldes und Silbers iſt der Wismuth ſelbſt dem Bleye vorzuziehen, weil er die unvollkommnen Metalle noch feiner zertheilt, und die Verglaſung der Kalke beſchleuniget.

Macquer chymiſches Wörterbuch, Art. Wismuth.

Gren ſyſtem. Handbuch der geſ. Chemie. II. Th. 2 Band, §. 2417 u. f.

Witterungslehre, ſ. **Meteorologie**.

Woche, Hebdomas, Septimana, *Semaine*. Ein Zeitraum von ſieben auf einander folgenden Tagen. Man

benennt die Tage jeder Woche mit den bekannten Namen, welche von den ſieben Planeten des alten Syſtems (ſ. Planeten) auf folgende Art entlehnt ſind.

Man zählt die Planeten nach der ptolemäiſchen Weltordnung von oben herab in der Reihe: Saturn, Jupiter, Mars, Sonne, Venus, Merkur, Mond. Giebt man nun von den 24 Stunden, aus denen Tag und Nacht beſtehen, die erſte dem oberſten Planeten ♄, die zweyte dem ♃ u. ſ. w., und wiederholt die Reihe, wenn man einmal durch iſt, von neuem, ſo wird nach 21 Stunden die Reihe dreymal zurückgelegt ſeyn, und die 3 übrigbleibenden Stunden des erſten Tages werden wiederum den drey erſten Planeten zugehören. Mithin kömmt die erſte Stunde des zweyten Tages an den vierten Planeten ☉.

Am zweyten Tage fängt ſich alſo von den drey Reihen der erſten 21 Stunden, jede mit ☉ an, die 3 letzten Stunden gehören den Planeten ☉, ♀, ☿, und die erſte Stunde des dritten Tages kömmt an ☾, welcher von ☉ an gerechnet, der vierte iſt.

Eben ſo erhellet, daß die erſte Stunde jedes folgenden Tages an denjenigen Planeten kömmt, welcher von dem an gerechnet, der des vorigen Tages erſte Stunde beherrſchte, in der Ordnung der vierte iſt. Schreibt man nun den ganzen Tag demjenigen Planeten zu, dem die erſte Stunde deſſelben gehört, ſo fallen die ſieben Tage der Woche den Planeten in folgender Ordnung zu:

1	2	3	4	5	6	7
♄	☉	☾	♂	☿	♃	♀

welche völlig mit der noch jetzt gewöhnlichen Benennung und Bezeichnung der Tage übereinſtimmt.

Alſo ſcheint wenigſtens die Benennung der Wochentage von einem aſtrologiſchen Aberglauben herzurühren, und bey Einführung derſelben der Sonnabend den Anfang der Woche gemacht zu haben. Herodot (L. II.) und Dio Caſſius (Hiſt. R. L. XXXVII.) ſchreiben die Periode von ſieben Tagen, mit den Planeten verglichen, den Egyptiern zu. Einige, z. B. Blondel (Hiſtoire du Calendrier Romain p. 13 ſqq.) leiten die Ordnung, nach welcher die Ta-

ge den Planeten zugehören, wobey man immer vom erſten zum vierten ſpringt, von dem muſikaliſchen Intervall der Quarte her, welches die Grundlage der alten Tonleiter ausmachte, ſ. Ton.

Die Abtheilung der Zeit nach ſieben Tagen kan wohl durch ſolche Vorſtellungen von der Schöpfungsgeſchichte, wie die moſaiſche iſt, veranlaſſet worden ſeyn, und ſich als ein Reſt der patriarchaliſchen Religion bey den Völkern erhalten haben. Was **de la Lande** (Aſtron. L. VIII. 1534.) vermuthet, daß ſie von den aller 7 Tage abwechſelnden Mondphaſen herrühre, iſt nicht wahrſcheinlich, da zween auf einander folgende ähnliche Mondsbrüche nicht auf einerley Wochentage fallen.

Käſtner Anfangsgr. der Chronologie. Dritte Aufl. Göttingen, 1781. 8. §. 7.

Wolframmetall, ſ. **Metalle** (Th. III. S. 195. 196.)

Wolken, Nubes, *Nuages*, *Nuées*. Die ſichtbaren Dünſte im Luftkreiſe werden, wenn ſie niedrig ſtehen, **Nebel**, wenn ſie in größern Höhen ſchweben, **Wolken** genannt. Man kan alſo ſagen, daß die Wolke ein höher in der Luft ſtehender Nebel ſey. Sonſt findet ſich kein Unterſchied zwiſchen beyden, wie auch daraus klar iſt, weil ſich aus aufſteigenden Nebeln Wolken bilden, und weil man auf dem Gipfel eines mit Wolken bedeckten Berges ſich mit einem Nebel umgeben ſieht. So ſolid auch eine Wolke dem entfernten Zuſchauer ausſehen mag, ſo muß man ſich doch unter ihr nichts dichteres, als einen Nebel, vorſtellen.

Dennoch ſcheinen die Wolken, weil man ſie von auſſen betrachtet, weit undurchſichtiger, als die Nebel, in denen ſich das Auge ſelbſt befindet. In dieſen letztern empfindet man doch noch das ſchwache Licht, das ſie von nahen Gegenſtänden durchlaſſen; da man hingegen an den Wolken blos das häufige Licht bemerkt, welches ſie nicht durchlaſſen, ſondern von ihrer äuſſern Fläche zurückwerfen. Dieſe Undurchſichtigkeit der Wolken, welche das Sonnenlicht abhält und den Himmel trüb macht, hängt von der ungleich-

förmigen Dichtigkeit ihrer Theilchen und des Mittels, worinn ſie ſchweben, ab, und iſt größer oder geringer, je nachdem die Gewölke dichter oder dünner, und von größerer oder geringerer Dicke ſind. Ein dünnes Gewölk verſtattet oft noch, die Sonnenſcheibe mit geſchwächtem Glanze zu ſehen: man bediente ſich ſonſt dieſes Mittels, die Sonne ohne Gefahr der Augen durch Fernröhre zu betrachten. Wolken, die vor der Sonne ſtehen, erſcheinen ſchwarz: da hingegen diejenigen Theile, welche durch reflectirtes Sonnenlicht ſichtbar werden, eine weiſſe oder andere helle Farbe zeigen.

Daß nicht alle Wolken gleich hoch über der Erde ſtehen, kan man aus den verſchiedenen Richtungen, nach denen ſie vom Winde getrieben werden, bald bemerken. Die gröſte Höhe der Wolken überſteigt die Höhe der Berge; denn ſelbſt auf die Gipfel der höchſten Gebirge fällt Schnee aus noch höhern Wolken herab. Auch hat **Bouguer** Wolken beobachtet, die 700 bis 800 Toiſen über dem Gipfel des Chimboraço ſtanden.

Die geometriſchen Methoden, Höhen der Wolken aus zween Standorten zu meſſen, ſind unſicher, weil ſich Ort und Geſtalt jeder Wolke unaufhörlich ändern, und entfernte Beobachter nie verſichert ſeyn können, bey gleichzeitigen Winkelmeſſungen genau einerley Punkt der Wolke zu treffen. Inzwiſchen hat **Riccioli** ſolche Meſſungen veranſtaltet, und verſichert, die Höhe der Wolken nie über 25000 Fuß gefunden zu haben: **Kepler** ſetzte dieſelbe nur auf eine Viertelmeile, welches offenbar zu wenig iſt. **Jacob Bernoulli** (Nova ratio metiendi altitudines nubium, in Act. Erud. Lipſ. ann. 1688. p. 98.) ſchlägt vor, die Höhe der Wolken aus der Zeit zu ſuchen, welche vom Untergange der Sonne bis zu dem Augenblicke verſtreicht, in welchem die rothe von der Erleuchtung durch die letzten Sonnenſtralen herrührende Farbe der Wolke verſchwindet, und giebt zur Auflöſung dieſes Problems Formeln für verſchiedene Stellungen der Wolken. In der Ausübung möchte ſich wohl hievon nicht viel Genauigkeit erwarten laſſen, da der Weg der letzten Sonnenſtralen durch den Luftkreis we-

gen der verſchiedenen Dichte und Beſchaffenheit der Dünſte am Horizonte gar ſehr veränderlich iſt. Nach dem, was man auf den höchſten Bergen beobachtet hat, ſcheint ſich die Höhe mancher Wolken bis auf eine Meile über die Erdfläche zu erſtrecken.

Auch ihre Größe iſt ſehr verſchieden. Mariotte (Diſcours ſur le mouv. des eaux, chap. 3.) hat bey einigen die Länge über eine Meile gefunden. Bey einer kleinen Wolke kan man die Abmeſſungen aus der Größe ihres Schattens auf der Erdfläche finden, der wegen des Parallelíſmus der Sonnenſtralen mit der Wolke ſelbſt gleiche Länge und Breite hat. Die Dicke iſt bey Bergreiſen, wo man durch Wolken ſteigen muſte, oft von etlichen Hundert bis Tauſend Schuhen gefunden worden.

Ihre Geſtalt und Größe ändert ſich mit jedem Augenblicke, welches Muſſchenbroek den Bewegungen der Luft, den Trennungen und dem Hinzukommen neuer Dünſte zuſchreibt. An den Seiten ſind ihre Grenzen ſehr irregulär, wie ſchon der Anblick zeigt; die obere Fläche iſt gewöhnlich ungleich und flockig, welches man deutlich ſieht, wenn man ſie auf den Bergen von oben her betrachtet; die untere Fläche iſt ebner und glatt abgeſchnitten.

Sie werden vom Winde mit eben der Geſchwindigkeit fortgeführt, die die Luft ſelbſt hat, mit der ſie im Gleichgewichte ſtehen, obgleich zuweilen heftige Stürme, welche gegen ruhende Wolken ſtoßen, dieſelben zertheilen, oder dichter zuſammentreiben können. Von den Bergen ſcheinen ſie angezogen zu werden, und verſammlen ſich gern um dieſelben, obgleich Muſſchenbroek dieſes blos vom Winde herleiten will, der die Wolken gegen die Berge treibe, wo ſie aufgehalten würden und ſich anſammleten, ſo wie ſie in der windſtillen Gegend hinter dem Berge ruhig blieben.

Muſſchenbroek wagt ſogar einen Ueberſchlag des Gewichts einer Wolke, die er aus 10 Theilen Luft gegen 1 Theil Dünſte zuſammenſetzt. Da die Luft in Luft nicht wiegt, ſo hat er nur die Dünſte zu berechnen, deren Gewicht den zehnten Theil einer mit der Wolke gleich großen Luftmaſſe ausmacht. Auf dieſe Art findet er das Gewicht

einer Wolke, welche 6000 Fuß lang, eben ſo breit, und 1000 Fuß dick iſt, größer als 325 182 290 Pfund, welches noch immer ſehr anſehnlich bleibt, wenn man gleich mit 10 oder 100 dividirt, d. h. wenn man gleich annimmt, daß die Dünſte nur den hunderten oder tauſendſten Theil des Gewichts der Luft betragen.

Dies iſt der kurze Inbegrif deſſen, was ſonſt von den Wolken in der Phyſik gelehrt ward, in ſo weit es ſich auf Beobachtungen gründete. Um die Art ihrer Bildung zu erklären, nahm man die Elektricität zu Hülfe, die ihre Theilchen umringe, in gewiſſen Abſtänden von einander erhalte, und dadurch die verſchiedene Dichte und ſpecifiſche Schwere veranlaſſe, nach welcher die Wolken entweder in höhern oder niedrigern Schichten der Atmoſphäre ſchwebten. Das Herabfallen des Regens erklärte man aus der Verdichtung der Wolken durch den Wind oder durch Entziehung der Elektricität, alles ſo, wie es der damaligen ganz mechaniſchen Theorie der Ausdünſtung und des Regens gemäß war.

Man hat aber ſeitdem durch vielfältige Erfahrungen entdeckt, daß in allen Nebeln und Wolken die Dünſte in blaſenförmiger Geſtalt vorhanden ſind. Hievon iſt ſchon an mehrern Stellen dieſes Wörterbuchs, und vorzüglich beym Worte **Dünſte** (Th. I. S. 627 u. f.) das nöthige beygebracht worden, wohin ich hier der Kürze halber verweiſe. Mithin ſind Wolken und Nebel ähnlich mit dem ebenfalls blaſenförmigen Dunſte, den die Aeolipile bildet, wenn die aus ihr hervorſtrömenden unſichtbaren Waſſerdämpfe mit kalter Luft in Berührung kommen, oder mit dem Nebel, der im Kalten durch den Hauch entſteht.

Nach Herrn de Sauſſure, welcher die Ausdünſtung als eine wahre Auflöſung des Waſſerdampfs in der Luft betrachtet, bleibt der aufgelöſte elaſtiſche Dampf, ſo lang noch kein Niederſchlag erfolgt iſt, vollkommen durchſichtig, wie dies alle vollkommenen chymiſchen Auflöſungen ſind. Er behält dieſe Durchſichtigkeit bis zur Sättigung; ſobald aber durch Ueberſättigung (ſie mag nun durch einen allzuſtarken Zufluß von Dünſten, oder durch Erkältung, oder

durch irgend eine andere Urſache erfolgen) ein Niederſchlag bewirkt wird, ſo nimmt derſelbe, wenn eine berührende Oberfläche vorhanden iſt, die Geſtalt des Thaues oder Reifs an; iſt aber keine dergleichen Oberfläche anzutreffen, ſo vereiniget er ſich entweder zu kleinen Tröpfchen oder Nadeln, welche die erſten Anlagen zu Regen und Schnee geben, und von de Sauſſure concrete Dünſte genannt werden, oder er nimmt durch einen hinzukommenden noch unbekannten Umſtand (der vielleicht von der Elektricität abhängt) auf einige Zeit die Form der Dunſtbläschen an. Aus dieſen Dunſtbläschen beſtehen nun die undurchſichtigen Nebel und Wolken; da hingegen von den concreten Dünſten, welche die Lichtſtralen durchlaſſen und brechen, die Veranlaſſung zu den Höfen und andern Meteoren entſteht, welche Regen verkündigen. Hört der Umſtand auf, der zur Bildung der Bläschen Anlaß gab, ſo verwandlet ſich ihr Waſſer in concreten Dunſt, der entweder ſogleich als Regen, Schnee, Hagel ꝛc. herabkömmt, oder auch noch eine Zeit lang ſchwebend im Luftkreiſe bleibt.

Herr **de Lüc** hingegen findet das Aufloſungsſyſtem unzureichend, die Phänomene der Ausdünſtung, Bildung der Wolken und Entſtehung des Regens zu erklären, und macht ſich von dem, was im Luftkreiſe hiebey vorgeht, ganz andere Vorſtellungen. Er glaubt nemlich, das Waſſer bleibe im Luftkreiſe während der Zwiſchenzeit zwiſchen ſeinem Aufſteigen als Dampf und ſeinem Zuſtande als Wolke, Regen, Schnee ꝛc. in einer veränderten Form verborgen, in welcher es kein Waſſer, keine Feuchtigkeit mehr ſey, ſondern eher eine Luftart ausmache, und gar nicht aufs Hygrometer wirke. Davon überzeugt ihn die große und faſt immer anhaltende Trockenheit der obern Luftſchichten, welche durch alle Beobachtungen des Hygrometers auf Bergen beſtätiget wird, und die Unmöglichkeit, eine Menge beym Regen vorkommender Phänomene aus den Geſetzen der Hygrologie allein zu erklären. Nach dem Auflöſungsſyſteme z. B. können Dunſtbläschen oder concrete Dünſte nicht eher entſtehen, als bis die Luft mit aufgelöſter Feuchtigkeit völlig geſättiget iſt. Herr **de Lüc** ward aber ein-

mal auf dem Buet bey großer Trockenheit der Luft (da das Thermometer $45\frac{1}{2}$ Grad nach Fahrenheit zeigte, und das Hygrometer $66\frac{1}{2}$ Grad von der Sättigung entfernt war) plötzlich von einem 18ſtündigen Regen mit Sturm, Hagel und Donner überfallen, der in allen benachbarten Gebirgen und Ebnen eben ſo lang fortdauerte; und nachdem alles vorüber war, zeigte die Luft eben den Grad der Feuchtheit, wie vorher. Eine ſolche Erſcheinung, bey der auch die Urſache nicht in der Erkältung der Luft liegen konnte, zeigt wohl, daß der Regen nicht ſchlechthin der umgekehrte Verdampfungsproceß ſeyn kan.

Was de Lüc gegen D. Hutton's Theorie, daß die Feuchtigkeit bey Vermiſchung zwoer ungleich warmer Luftmaſſen größer werde, und gegen die daraus abgeleitete Erklärung der Wolken und des Regens erinnert, iſt bereits beym Worte Regen (Th. III. S. 659.) angeführt worden. Dieſe Theorie erklärt nur eine augenblickliche Entſtehung von Wolken, welche bald wieder verſchwinden und ſich in der Luft auflöſen müſſen, ſo wie der ſichtbare Hauch der Thiere in der Kälte ſogleich wieder verſchwindet. Uebrigens ſcheint Herrn de L. dieſer Hauch der Thiere noch etwas von dem gewöhnlichen Verdampfen verſchiedenes zu ſeyn, deſſen Erklärung vielleicht nicht der Hygrologie allein, ſondern zum Theil der Phyſiologie zugehöre.

Herr de Sauſſure findet ſelbſt, daß ein pariſer Cubikfuß Luft, bey der Wärme von 70 fahrenheitiſchen Graden, im Zuſtande der vollkommenen Sättigung, nicht mehr, als 10 Gran Waſſer, enthalten könne. Dies iſt aber zu Erklärung der Menge von Waſſer, welche die Wolken herabgießen, ſchlechterdings nicht zureichend; daher Hr. de S. darauf rechnen muß, daß ſich dieſe große Waſſermenge in Geſtalt des Veſicularniederſchlags im Luftkreiſe aufhalte, bey welchem es für die Menge der Bläschen in einem beſtimmten Raume keine andere Grenze, als ihre unmittelbare Berührung, gebe. Herr de Lüc zeigt dagegen mit großer Stärke, wie wenig dies zu Erklärung des Regens hinreiche, und wie Herr de S. dieſes ſelbſt fühle, und daher zu Unterhaltung des Regenquells ein fortdauerndes

Aufſteigen der Dämpfe und einen verticalen Wind anzunehmen genöthiget ſey. Herr de Lüc beweiſt aber, daß es einen ſolchen verticalen Wind nicht gebe, nicht geben könne, und daß er, wenn es einen gäbe, doch nur Regen nach Regen, nicht aber das ganze Phänomen erklären würde (ſ. Th. III. S. 658.)

Er erklärt inzwiſchen die Wolken ebenfalls für Sammlungen von Bläschen, und vermuthet, daß die Urſache, die ſie zur Veſiculargeſtalt aufſchwelle, zum Theil Feuer ſey, weil ſie dem Körper, den ſie benetzen, zugleich fühlbare Wärme mittheilen. Schon in ſeinen Unterſuchungen über die Atmoſphäre (I Band, §. 694.) hat er hierüber eine am 30 May 1756 auf dem Berge Saleve bey Genf gemachte Beobachtung angeführt, da bey heiterer Luft das freye Thermometer in der Sonne + $4\frac{2}{3}$ der delücſchen Scale zeigte. Es ſtieg eine Wolke, die ſich unten gebildet hatte, durch dieſen Ort auf, verbarg Sonne und Ebne, benetzte das Thermometer und den Strauch, an dem es hieng, und brachte jenes auf + $5\frac{1}{2}$. Als ſich die Wolke gehoben hatte, und die Sonne wieder erſchien, ſank das Thermometer auf + $4\frac{2}{3}$ zurück.

Die Entſtehung der Wolken erklärt Herr de Lüc auf eine ſinnreiche Art daraus, daß die Dünſte bey jeder Temperatur ein gewiſſes Maximum ihrer Menge in einem beſtimmten Raume haben, das ſie nicht überſchreiten können, ohne ſich zum Theil zu zerſtören. Alsdann iſt der Hang der Waſſertheilchen, ſich mit einander ſelbſt zu vereinigen, ſtärker, als ihr Hang, mit dem Feuer vereiniget zu bleiben. Wenn dieſes Maximum plötzlich überſchritten wird, ſo entſtehen allemal Bläschen. Es vereinigt ſich ein Theil Waſſer, deſſen Feuer frey wird, und ſich mit dem noch übrigbleibenden Theile der Dünſte verbindet. Vielleicht werden die Waſſertheilchen durch dieſe elaſtiſchen Dünſte, welche noch fortfahren, unter ihnen zu exiſtiren, und durch das Feuer, welches in denſelben zurückbleibt, genöthigt, die Form der Bläschen anzunehmen. Die Bläschen vertragen, ohne zu gefrieren, eine größere Kälte, als Waſſer: gefrieren ſie aber endlich, ſo werden ſie zerſtört und in Schnee

verwandelt, deſſen Geſtalten ſehr deutlich den Hang der Waſſertheile verrathen, beym Verluſte ihres latenten Feuers regelmäßige Formen anzunehmen.

Nebel und Wolken ſind nach Herrn de L. Vorſtellung nur von kurzer Dauer. Sie ſcheinen uns zwar beſtändige und eine geraume Zeit lang bleibende Körper zu ſeyn; aber es iſt dies eine bloße Täuſchung. Vielmehr zerſtören ſich die Bläschen beſtändig durch Verdünſtung in der Luft; aber es entſtehen ſofort neue an der Stelle der vorigen. Nach dieſem Begriffe gehören nun die Wolken unter die bewundernswürdigſten Gegenſtände der Natur; ſie ſind Erſcheinungen, die alle Augenblicke vergehen und von neuem entſtehen (in dieſem Stücke ganz der Lichtflamme ähnlich). In ihnen zeigt das Hygrometer die gröſte Sättigung; ganz nahe bey ihnen nichts weniger, als dieſes (eben wie in der Lichtflamme die gröſte Hitze, nahe bey ihr nur mäßige Wärme empfunden wird). Da nun die Wolken doch immer zu bleiben ſcheinen, während ſie beſtändig verdünſten, ſo muß ein unerſchöpflicher Quell da ſeyn, aus dem ſie immer von neuem entſpringen (wie beym Verbrennen die Flamme aus dem brennenden Körper und der Luft unterhalten wird). Wo dieſer Quell liege, bleibt noch zu unterſuchen; er wird aber ſehr wahrſcheinlich in irgend einer Urſache gefunden werden, welche die Rückkehr des latenten Waſſers, das ſich unter anderer Form im Luftkreiſe verbarg, in die Geſtalt der Dünſte ſchleunig befördert.

Daß die Wolken verdünſten, ſelbſt dann, wenn ſie ſich vergrößern, kan man nach Herrn de Lüc ſehr deutlich ſehen, wenn man die Augen auf ihren zerſchnittenen Rand heftet, indem dieſer das Blaue des Himmels zum Grunde hat. Man ſieht alsdann ganze Zweige von ihnen verſchwinden, andere ſich bilden, ausdehnen und ſelbſt neue Zweige hervorbringen. Die Wolke ſtellt die Idee eines unſichtbaren Keſſels dar, der in der Luft ſchwebt, und in welchem Waſſer mit Heftigkeit kocht. Es ſcheint in der Luft eine allgemeine Quelle von Dünſten zu ſeyn, welche unter gewiſſen Umſtänden dergleichen hergiebt; dieſe Dünſte werden an dem Orte ſelbſt erzeugt, wo ſich die Wolke bildet; nur

durch die Fortdauer dieſer Erzeugung erhalten ſich die Wolken, und vergrößern ſich ſogar, ob ſie gleich ringsum verdünſten. Sie zerſtreuen ſich endlich, wenn dieſe Quelle verſiegt, und ihre Ausdünſtung nicht mehr durch Bildung neuer Dünſte erſetzt wird.

Die Wolken, welche Regen verbreiten, ſind von den bisher betrachteten nur darinn verſchieden, daß die Urſache, welche ihnen Dünſte verſchaft, in einem ſehr großem Uebermaße wirkt. Die gebildeten Bläschen, welche ſich weder ſchnell genug ausdehnen noch verdünſten können, berühren ſich hier ſchon im Schooße der Wolken ſelbſt, wodurch ein Theil von ihnen zerſtört wird. Alle Bläschen, welche ſich berühren, vereinigen ſich, und es bilden ſich allmählig ziemlich große Blaſen, von denen das Waſſer ringsum abfließt, bis endlich ihr oberer Theil ſo dünn wird, daß ſie zerplatzen. Alsdann bilden ſie Tropfen, welche ſich im Fallen vergrößern und andere Bläschen mit ſich fortreiſſen oder mit Waſſer überladen, woraus die Franzen oder Flocken entſtehen, welche man ſo oft von den Regenwolken herabhängen ſieht, ſ. Regen.

Freylich bleibt bey dieſer ſinnreichen Theorie der Wolken noch vieles dunkel. Noch hat man von der Quelle der Erzeugung der Dunſtbläschen keinen deutlichen und beſtimmten Begrif. Auch iſt es ſchwer zu erklären, warum das Barometer fällt, wenn ſich große Wolken erzeugen, und warum es wieder ſteigt, ſobald es anfängt zu regnen. Herr de Lüc ſelbſt geſteht, daß ihm ſeine Hypotheſe in Rückſicht der Veränderungen des Barometers an einem und ebendemſelben Orte (*barometre ſedentaire*) noch nicht Gnüge leiſte. Zwiſchen den Wendekreiſen giebt es faſt gar keine Barometerveränderungen, obgleich die Abwechſelungen der Ausdünſtung und des Regens eben ſo häufig, vielleicht noch häufiger, als anderwärts, ſind. Aber dies iſt eine Schwierigkeit, die bey jeder Erklärungsart des Regens ſtatt findet, und alſo keine beſondere Einwendung gegen Herrn de Lüc Syſtem veranlaſſen kan.

Herr de Lüc hat ſeitdem noch in einigen Briefen an de la Metherie (Obſerv. ſur la phyſique etc. par MM.

Rozier, Mongez et de la Metherie To. XXXVI. 1790. Mars, p. 197 ſqq. Avril, p. 176 ſqq. überſ. in Gren Journal d. Phyſik, 6tes Heft, S. 402 u. f. 7tes Heft, S. 132 u. f.) das Syſtem der Auflöſung des Waſſers in der Luft mit ſehr ſtarken Gründen beſtritten. Er nennt es eine ſchwankende Hypotheſe ohne feſten Grund, unnütz zur Erklärung der Erſcheinungen, die es doch ganz allein zur Abſicht habe, und behauptet, daß es über alle Theile der Phyſik die gröſte Dunkelheit verbreite. Auch Herr Pictet (Verſuche über das Feuer, a. d. frz. Tübingen, 1790. 8. Cap. 7.) verwirft das Auflöſungsſyſtem. Indeſſen hat Herr Hube (Ueber die Ausdünſtung und ihre Wirkungen in der Atmoſphäre. Leipzig, 1790. gr. 8.) daſſelbe wiederum ſcharfſinnig vertheidigt, ohne jedoch damals die allerneuſten Einwendungen des Herrn de Lüc zu kennen. Aus dieſen Schriften könnte ich eine ziemlich ſtarke und lehrreiche Ergänzung zu dem Artikel **Ausdünſtung** liefern; ich ſchränke mich aber hier billig darauf ein, die Vorſtellung beyzufügen, die ſich Herr Hube, dem Auflöſungsſyſtem gemäß, von den **Wolken** macht.

Er betrachtet die Wolken als Sammlungen niedergeſchlagner Bläschen, unterſcheidet ſie aber durch ihre negative Elektricität von den Nebeln, welche meiſtens eine poſitive Elektricität zeigen. Er glaubt, die Luft werde durch die Reibung der Wolke poſitiv elektriſch, und ſo häufe ſich die negative Elektricität in der Wolke, als in einem iſolirten Reibzeuge, an. Dieſe Elektricität nimmt zu, wenn die Bläschen einander näher kommen; wenn aber Nebel und Wolken ihre Elektricität bis auf einen gewiſſen Grad verlieren, ſo fließen ſie zuſammen und regnen. Die eigenthümliche Schwere der Wolken wird theils durch die Ausdehnung von der Sonnenwärme, theils durch die Veränderungen der Auflöſungskraft der Luft, theils durch Verluſt der Feuchtigkeit mitteiſt des Regens, Hagels und Schnees, theils auch durch die Elektricität verändert. Dieſe letztere bringt viele Wolken zum Anſchwellen, und dadurch zum Steigen, die bey Berührung der Berge, welche ihnen die

Elektricität wieder entziehen, plötzlich zuſammenſchwinden und herabſinken.

Herr Hube ſieht es als einen entſchiedenen Satz an, daß durch mitgetheilte Elektricität die Auflöſungskraft der Luft geſchwächt, mithin der Niederſchlag in ſelbiger befördert werde. Daher komme es, daß ſich unter allen Arten von Wolken keine ſo ſchnell, als die Gewitterwolken, vergrößern. Die urſprüngliche Elektricität der Luft thut dieſe Wirkung nie; ſie iſt vielmehr gewöhnlich am ſtärkſten, wenn die Luft die ſtärkſte Auflöſungskraft hat. So vergrößern ſich die Wolken hauptſächlich durch ihre eigne Elektricität, die ſie der Luft mittheilen, woraus die Ungewitter erklärt werden, die mit der Erſcheinung eines kleinen Wölkchens anfangen.

In der untern Luft können nur Wolken durch Erkältung entſtehen, wenn die Luft nach oben zu feuchter, als unten, iſt, oder wenn leichte ſehr feuchte Luftmaſſen ſich in die obern Gegenden erheben. Dies letztere wird vornehmlich durch die aus der Erdfläche häufig entwickelte brennbare Luft veranlaſſet, deren beſondere Brechbarkeit zu vielen ſonderbaren optiſchen Erſcheinungen Gelegenheit giebt. Herr H. unterſucht umſtändlich, unter welchen Umſtänden und in welchen Gegenden der Erde die aufſteigenden Maſſen brennbarer Luft Wolken bilden können, und wendet dies auf die Erklärung vieler Beobachtungen an.

In der obern Luft entſtehen die meiſten Wolken durch elektriſche Ausſtrömungen. Dieſer Satz wird beſonders durch die merkwürdige Geſtalt derjenigen Wolken wahrſcheinlich, welche ſich ſo oft in der Höhe in ſchichtweiſe geordneten kleinen Flocken bilden, und unter dem Namen des gelämmerten Himmels als Anzeige eines bevorſtehenden Regens betrachtet werden.

Die Wolken werden durch den Regen oder Schnee nie ganz erſchöpft, ſondern bleiben noch immer übrig, wenn gleich das Herabfallen der Feuchtigkeit aufgehört hat. Sie verlieren zuletzt ihre Elektricität, und erheben ſich durch ihre vergrößerte ſpecifiſche Leichtigkeit. Nur durch Auflöſung in der Luft oder durch Zertheilung vom Winde verſchwinden

ſie gänzlich. Die Wirkung des groben Geſchützes auf Zertheilung der Gewölke leitet Herr Hube nicht vom Schalle, ſondern von der Entzündung des Pulvers und von der daraus entwickelten elaſtiſchen Materie her.

Er glaubt, wenn irgend ein Theil der Luft ſelbſt ſich in Waſſer verwandelte, ſo müſte ſowohl die Bildung der Wolken, als ihre Auflöſung in Regen, weit merklichere Veränderungen im Stande des Barometers verurſachen, und es wäre unmöglich, daß dieſes Werkzeug während des Regens, oder gleich nach demſelben, jemals ſteigen könnte, wie es doch gewöhnlich zu thun pflege. Die Verwandlung der Luft in Waſſer ſey überhaupt ſo unwahrſcheinlich, daß er ſie gar nicht erwähnen würde, wenn nicht ein ſo berühmter Phyſiker, als Herr de Lüc, ihr Beyfall gegeben hätte.

v. Muſchenbroek, Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2329 ſqq.

de Sauſſure Eſſais ſur l'hygrometrie. à Neuchatel, 1783. 8 maj. Eſſai III. ch. 1 et 2.

de Lüc neue Ideen über die Meteorologie, a. d. Frz. Berlin und Stettin, 1788. gr. 8. II. Theil, 3te Abtheil. 1ſtes Kapitel.

Mich. Hube über die Ausdünſtung und ihre Wirkungen in der Atmoſphäre. Leipzig, 1790. gr. 8. II Buch, Kapit. 41—56. S. 239 u. f.

Wurf, Wurfbewegung, Jactus, Projectio, Motus projectorum ſ. projectilium, *Projection, Jet, Mouvement des projectiles ou des corps projettés.* Wenn ein bewegter Körper während ſeiner Bewegung durch eine unveränderliche Kraft immer nach parallelen Richtungen getrieben wird, welche nicht in die Richtung ſeiner Bewegung ſelbſt fallen, ſo muß er dem gemäß, was bey den Worten Bewegung, krummlinigte, ungleichförmigbeſchleunigte, zuſammengeſetzte, erinnert worden iſt, einen krummlinigten Weg nehmen. So wird ein ſchwerer Körper auf der Erdfläche A, Taf. XXVII. Fig. 90. nach der ſchiefen Richtung ANC geworfen oder abgeſchoſſen, an allen Stellen ſeines Weges von der Schwere nach den parallelen Richtungen NMQ, CDE u. ſ. w. abwärts getrieben, mit-

hin von der geraden Linie ANC abgelenkt und in der krummen Bahn AMDB fortbewegt. Hiebey heißt die Bewegung, welche dem Körper bey A durch die Hand eines Menſchen, durch die Kraft eines Geſchützes u. ſ. w. mitgetheilt wird, der **Wurf**; und die Bewegung in der Bahn AMDB, welche aus der Verbindung des Wurfs mit der Wirkung der Schwere (oder überhaupt jeder unveränderlichen nach parallelen Richtungen wirkenden Kraft) entſteht, die **Wurfbewegung**.

Betrachtet man die Schwere als eine Kraft, die ſich ſtets nach dem Mittelpunkte der Erde richtet, und im verkehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung von dieſem Mittelpunkte ſteht, ſo wird aus der Wurfbewegung eine wahre Centralbewegung, für welche der Mittelpunkt der Kräfte im Mittelpunkte der Erde liegt, und wobey ſich alles nach den beym Worte Centralbewegung (Th. I. S. 474 u. f.) angegebnen Geſetzen richten muß. Wenn alsdann D denjenigen Punkt der Bahn vorſtellt, in welchem die Richtung des bewegten Körpers mit der Richtung der Schwere DE rechte Winkel macht, oder durch welchen der geworfene Körper horizontal durchfliegt, ſo iſt das dortige a = dem Abſtande des Punkts D vom Mittelpunkte der Erde, oder ohngefähr dem Halbmeſſer der Erde gleich; was dort e hieß, iſt der Raum, durch den die Schwere den Körper bey D treiben würde, den wir in allen unſern Formeln g genannt haben, alſo e = g; endlich iſt c die Geſchwindigkeit, mit welcher der Körper in D fortgeht. Nach den Geſetzen alſo, welche dort (Th. I. S. 475.) vorkommen, wird die Bahn ADB ein Stück eines Kegelſchnitts ſeyn, von dem ein Brennpunkt im Mittelpunkte der Erde liegt, deſſen große Axe $= \frac{4a^2e}{4ae - c^2}$, und deſſen Parameter $= \frac{c^2}{e}$ oder $\frac{c^2}{g}$ iſt.

Wenn die Geſchwindigkeit c mäßig iſt, oder in einer Secunde durch einen Raum treibt, der mit a, dem Halbmeſſer der Erde, in keine Vergleichung kömmt, ſo wird

$4ae > c^2$, und die krumme Linie eine Ellipſe ſeyn. Jeder horizontal oder ſchief geworfene Stein würde alſo (ohne den Widerſtand der Luft), wie ein Mond der Erde, in einer Ellipſe um ihren Mittelpunkt, als Brennpunkt, umlaufen, wenn es einen durch die Erdkugel hindurch ausgehöhlten Canal gäbe, in welchem er ſeine Centralbewegung ohne Anſtoß fortſetzen könnte. Stößt er aber bey B wieder auf den horizontalen Boden AB, ſo iſt gewöhnlich das wirklich beſchriebne Stück dieſer Ellipſe ſo klein, daß es mit dem Halbmeſſer der Erde, oder mit der großen Axe der Ellipſe ſelbſt, gar nicht in Vergleichung kömmt. So darf man zur Erleichterung der Berechnung ohne Fehler annehmen, der Mittelpunkt der Erde ſey **unendlich** entfernt. Unter dieſer Vorausſetzung wird die Schwere durch den ganzen Raum ADB eine **unveränderliche** Kraft, ihre Richtungen laufen erſt im Unendlichen, d. i. gar nicht zuſammen, oder werden **parallel**, und die Centralbewegung verwandelt ſich für dieſen beſondern Fall in **Wurfbewegung**.

Wenn die große Axe einer Ellipſe unendlich wächſt, ſo nähert ſich die Curve ſelbſt einer **Parabel**, und man darf endliche Stücken von ihr als paraboliſch betrachten, eben ſo, wie man die ſichtbaren Stücken der elliptiſchen Kometenbahnen als Stücken einer Parabel anſieht, ſ. **Kometen** (Th. II. S. 788). Mithin iſt der Weg horizontal oder ſchief geworfener Körper auf der Erdfläche paraboliſch.

Horizontaler Wurf.

Wird der Körper von D aus **horizontal** mit der Geſchwindigkeit c geworfen oder abgeſchoſſen, ſo beſchreibt er eine Parabel, deren Scheitel in D, und deren **Parameter** $= \frac{c^2}{g}$, d. i. die dritte **Proportionallinie** zu dem Fallraume ſchwerer Körper in einer Sec. und der Geſchwindigkeit c iſt. Weil der Geſchwindigkeit c die Höhe $\frac{c^2}{4g}$ zugehört, ſo iſt auch der Parameter die vierfache der Geſchwindigkeit im Scheitel D zugehörige Höhe.

Ich habe dieſe Sätze hier aus der allgemeinen Theorie der Centralbewegungen herleiten wollen, um ihre Verbindung mit derſelben darzuſtellen. Sonſt laſſen ſich dieſelben weit leichter auf folgende Art erweiſen. Taf. XXVII. Fig. 91. werde ein Körper aus D mit der Geſchwindigkeit c in der Horizontallinie DNnν geworfen. Mit dieſer Geſchwindigkeit würde er am Ende der Zeit t einen Raum DN = PM = ct zurückgelegt haben. In eben der Zeit aber hat ihn die Schwere ſenkrecht durch einen Raum $NM = gt^2$ herabgetrieben, ſ. Fall der Körper (Th. II. S. 117.). Mithin befindet er ſich am Ende der Zeit t in einem Punkte M, für welchen $PM^2 = c^2t^2$ und $NM = DP = gt^2$, mithin allemal

$$PM^2 = \frac{c^2}{g} \cdot DP;\; pm^2 = \frac{c^2}{g} \cdot Dp \text{ u. ſ. w.}$$

iſt. Dies iſt die Gleichung für eine Parabel, deren rechtwinklichte Coordinaten DP und PM; Dp und pm u. ſ. f. aus dem Scheitel D auf der Axe Dπ genommen ſind, und deren Parameter $= \frac{c^2}{g}$ iſt. Folglich liegen alle Punkte, durch die der Körper (oder ſein Schwerpunkt) geht, in einer ſolchen Parabel DMmμ.

Man pflegt dies in der Experimentalphyſik durch eigne Verſuche zu beſtätigen, wozu die ſogenannten paraboliſchen Maſchinen gebraucht werden. Es wird das Bret ACπD am obern Theile nach der Geſtalt einer beliebigen krummen Linie ABD ausgeſchnitten, und mit Elfenbein oder einer andern wohl geglätteten Materie ausgelegt, um das Reiben möglichſt zu vermeiden. Die Krümmung ſey, welche ſie wolle; nur muß ſie am Ende D völlig horizontal ausgehen. Wenn man nun einen glatten ſchweren Körper, z. B. eine Metallkugel, von A aus auf ABD hinabfallen läſt, ſo wird dieſer Körper bey D eine horizontale Richtung DN, und diejenige Geſchwindigkeit erhalten, welche der lothrechten Höhe ſeines Falles AE zugehört, ſ. Fall der Körper (Th. II. S. 127.). Stellt man nun an die Seite Dπ ein anderes rechtwinklichtes Bret Dνμπ, worauf die

halbe Parabel DMmμ vom Scheitel D und vom Parameter 4AE gezeichnet iſt, ſo wird die herabfallende Kugel von D aus den Weg nehmen, den dieſe Parabel vorzeichnet, und wenn man bey M, m, μ, Ringe anbringt, ſo wird ſie durch dieſelben hindurchfliegen.

Nimmt man auf der wagrechten Seiten des Brets DN, Nn, nν gleich groß, ſo werden die lothrechten Linien NM, nm, $\nu\mu$, wie 1, 4, 9 wachſen; und wenn Dπ = AE genommen wird, ſo wird nach den Eigenſchaften der Parabel $\pi\mu = 2$AE ſeyn. Daher werden die Abtheilungen DN = Nn = $\frac{2}{3}$AE; DP = $\frac{1}{9}$AE; Dp = $\frac{4}{9}$AE, woraus ſich die Punkte M, m, leicht ergeben. Eine ſolche paraboliſche Maſchine beſchreibt 's Graveſande (Phyſices elem. mathem. Lugd. Bat. 1725. 4maj. To. I. c. 20. Tab. XIII.). Der Widerſtand der Luft ändert freylich im Erfolge etwas ab, daher man die Ringe groß, die Kugel hingegen klein und ſchwer machen muß.

Die Zeit t, in welcher der paraboliſche Bogen DM zurückgelegt wird, iſt (weil NM = gt²) = $\sqrt{\frac{Dp}{g}}$; und für die Geſchwindigkeit v an der Stelle M findet man aus der Formel vdt = ds nach gehöriger Berechnung

$$v^2 = c^2 + 4g \,.\, DP.$$

Schiefer Wurf.

Wird ein Körper vom Boden A, Taf. XXVII. Fig. 90., nicht in der Horizontallinie AB, ſondern nach der Richtung AN, die mit AB den ſchiefen Winkel NAB = α macht, und mit der anfänglichen Geſchwindigkeit = k geworfen; ſo läſt ſich dieſe Geſchwindigkeit in eine horizontale nach AQ, und eine verticale nach QN zerlegen. Jene iſt = k . coſα; dieſe = k . ſinα, ſ. Zerlegung der Kräfte und Bewegungen. Auf jene wirkt die Schwere gar nicht; ſie bleibt alſo ungeändert, und der Körper wird in der Zeit t, in der er mit der Geſchwindigkeit k nach N gelangt ſeyn würde, horizontal eben ſo weit fortgerückt ſeyn, als wenn die Schwere gar nicht gewirkt hätte, d. h. er wird ſich am Ende der Zeit t in der Verti-

callinie QN befinden, wo AQ = k . coſ α . t iſt. Aber der verticalen Bewegung durch QN = k . ſin α . t wirkt die Schwere des Körpers gerade entgegen, und macht alſo, daß der Körper am Ende der Zeit t nicht in N, ſondern etwas tiefer in M iſt, nemlich um ſo viel tiefer als der Raum $NM = gt^2$ erfordert, durch welchen die Schwere den Körper während der Zeit t niedertreibt. So hat man für die Stelle M am Ende der Zeit t

$$AQ = k \cdot \cos\alpha \cdot t$$

$$QM = QN - NM = k \cdot \sin\alpha \cdot t - gt^2.$$

Für die Stelle B, wo der geworfene Körper den horizontalen Boden AB, oder überhaupt die Horizontalebne durch A, wieder erreicht, wird QM = 0; mithin k . ſin α = gt, und $t = \frac{k \cdot \sin\alpha}{g}$. Subſtituirt man dieſen Werth von t in der Formel für AQ, welches ſich für die Stelle B in AB verwandelt, ſo erhält man die Weite des Wurfs

$$AB = \frac{k^2 \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha}{g} = \frac{k^2 \cdot \sin 2\alpha}{2g}$$

ſ. Weite des Wurfs.

Für die Stelle D, wo der Körper die gröſte Höhe über dem Boden erreicht, oder wo QM ein Gröſtes wird, muß $dQM = k \cdot \sin\alpha \cdot dt - 2gtdt = 0$ ſeyn. Hieraus folgt $t = \frac{k \cdot \sin\alpha}{2g}$, oder halb ſo groß, als für die Stelle B. Dies in der Formel für AQ ſubſtituirt, giebt $AE = \frac{1}{2}AB$; und in der Formel für QM, welches ſich durch dieſe Subſtitution in DE verwandelt,

$$DE = \frac{k^2 \cdot \sin\alpha^2}{2g} - \frac{k^2 \cdot \sin\alpha^2}{4g} = \frac{k^2 \cdot \sin\alpha^2}{4g}.$$

Daß die Bahn auch hier eine Parabel ſey, folgt ſchon aus der vorausgeſchickten allgemeinen Betrachtung der Wurfbewegungen. Will man dieſe Parabel auf ihren verticalen durch A gehenden Durchmeſſer beziehen, daß z. B. für die Stelle M, die Abſciſſe = $NM = gt^2$, die halbe Ordinate = AN = kt wird, ſo fällt die Gleichung eben ſo aus,

wie beym horizontalen Wurfe, und es wird der zu dieſem Durchmeſſer gehörige Parameter $= \frac{k^2}{g}$.

Will man aber dieſe Curve lieber auf rechtwinklichte Coordinaten bringen, und die Abſciſſen DP vom höchſten Punkte D anfangen laſſen, ſo wird

$$DP = DE - QM = \frac{k^2 . \sin\alpha^2}{4g} - k . \sin\alpha . t + gt^2$$

$$PM = AE - AQ = \frac{k^2 . \sin\alpha . \cos\alpha}{2g} - k . \cos\alpha . t$$

$$PM^2 = \frac{k^4 . \sin\alpha^2 . \cos\alpha^2}{4g^2} - \frac{k^3 . \sin\alpha . \cos\alpha^2}{g} + k^2 . \cos\alpha^2 . t^2$$

$$\text{alſo } PM^2 = \frac{k^2 . \cos\alpha^2}{g} . DP$$

Dies iſt aber die Gleichung für eine Parabel, die D zum Scheitel, und $\frac{k^2 . \cos\alpha^2}{g}$ zum Parameter hat. Es wird daher beym ſchiefen Wurfe eben die Parabel beſchrieben, deren Helfte DB beym horizontalen Wurfe aus D mit der ſchwindigkeit $c = k . \cos\alpha$ würde beſchrieben worden ſeyn, und welche nach dem vorigen die vierfache der Geſchwindigkeit $k . \cos\alpha$ zugehörige Höhe zum Parameter hat.

Der Brennpunkt F dieſer Parabel ſteht vom Scheitel D um den vierten Theil des Parameters ab; mithin iſt DF der Höhe ſelbſt gleich, welche der Geſchwindigkeit c oder $k . \cos\alpha$ zugehört.

Die Zeit t, in welcher das Stück AM zurückgelegt wird, iſt $= \frac{AN}{k} = \frac{AQ . \sec\alpha}{k}$, und verhält ſich alſo (weil k und α beſtändige Größen ſind) wie AQ, ſo daß der geworfene Körper in gleichen Zeiten gleich weiten horizontalen Fortgang hat, weil nemlich ſeine horizontale Geſchwindigkeit $k . \cos\alpha$ überall ungeändert bleibt. Die ganze

Zeit durch ADB iſt $= \frac{AB \,.\, \sec\alpha}{k} = \frac{k \,.\, \sin\alpha}{g}$, wie oben ſchon gefunden war.

Die Geſchwindigkeit v an der Stelle M iſt aus der horizontalen Geſchwindigkeit $k \,.\, \cos\alpha$, und der verticalen $k \,.\, \sin\alpha - 2gt$ zuſammengeſetzt. Mithin iſt ihr Quadrat

$$v^2 = k^2 \,.\, \cos\alpha^2 + k^2 \,.\, \sin\alpha^2 - 4gk \,.\, \sin\alpha \,.\, t + 4g^2t^2$$
$$= k^2 \,.\, \cos\alpha^2 + 4g \,.\, DP$$

und die ihr zugehörige Höhe $= \frac{k^2 \,.\, \cos\alpha^2}{4g} + DP = DF + DP$.

Nach den Eigenſchaften der Parabel iſt allemal $DF + DP = FM$. Daher iſt für jede Stelle M die aus dem Brennpunkte F dahin gezogne Linie FM der Höhe gleich, welche der Geſchwindigkeit des Körpers in M zugehört. So iſt AF die Höhe, welche der anfänglichen Geſchwindigkeit k zugehört; und weil $AF = FB$, ſo ſind die Geſchwindigkeiten in A und B gleich, oder der Körper erreicht den Boden wieder mit eben der Geſchwindigkeit, mit welcher er von A ausgieng.

Die Tangente des Winkels TMP, den die Richtung der Bahn bey M mit der Horizontallinie MP macht, iſt $= \frac{PT}{PM}$ oder gleich der Subtangente der Parabel PT, durch die halbe Ordinate PM dividirt. Nun iſt aus der Natur der Parabel die Subtangente PT der doppelten Abſciſſe DP gleich, mithin

$$\tang TMP^2 = \frac{4DP^2}{PM^2} = \frac{4g \,.\, DP^2}{k^2 \,.\, \cos\alpha^2 \,.\, DP} = \frac{4g \,.\, DP}{k \,.\, \cos\alpha^2}$$

Das Quadrat dieſer Tangente verhält ſich alſo, wie DP, oder die Tangente ſelbſt, wie $\sqrt{DP}$. Daher verſchwindet ſie für die Stelle D, wo $DP = 0$, und hier fällt die Richtung der Bahn in die Horizontallinie ſelbſt; hingegen für Stellen, wie M und m, die zu einerley DP gehören, ſind die Winkel der Bahn mit dem Horizonte gleich groß, und weil auch A und B ſolche Stellen ſind, ſo trift der Körper

den Boden in B wiederum unter eben dem Winkel α, unter welchem er bey A von demſelben ausgieng.

Wenn bey zween Würfen die Winkel α gleich, aber die anfänglichen Geſchwindigkeiten k verſchieden ſind, ſo verhalten ſich die Weiten, die gröſten Höhen und die Parameter der Würfe, wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten, oder wie die ihnen zugehörigen Höhen; die Zeiten aber, in welchen die Bahn ADB zurückgelegt wird, wie die Geſchwindigkeiten ſelbſt.

Wenn hingegen bey zween Würfen die anfänglichen Geſchwindigkeiten k gleich, und die Winkel verſchieden ſind, ſo verhalten ſich die Weiten der Würfe, wie die Sinus der doppelten Winkel; ihre gröſten Höhen, wie die Quadrate der Sinus; und ihre Parameter, wie die Quadrate der Coſinus beyder Winkel; die Zeiten, in welchen ADB zurückgelegt wird, wie die Sinus; die Geſchwindigkeiten im Scheitel, wie die Coſinus derſelben.

Wenn der Winkel $\alpha = 45^\circ$ iſt, ſo wird die Weite des Wurfs $AB = \frac{k^2}{2g}$; die gröſte Höhe $DE = \frac{k^2}{8g}$; der Parameter $= \frac{k^2}{2g}$, mithin der Weite AB gleich. Der Brennpunkt F fällt alsdann in die Linie AB ſelbſt, oder in E, und die Zeit, in welcher ADB durchlaufen wird, iſt $= \sqrt{\frac{1}{2}}\frac{k}{g}$.

Iſt bey einem von zween Würfen der Winkel α eben ſo viel über 45°, als beym andern unter dieſer Größe (z. B. bey einem 60°, beym andern 30°) ſo ergänzen beyde Winkel einander zu 90, und ihre Doppelten einander zu 180 Grad. Daher haben die Doppelten einerley Sinus; und der Sinus des einen iſt dem Coſinus des andern gleich. Sind alſo die anfänglichen Geſchwindigkeiten bey beyden Würfen eben dieſelben, ſo ſind die Weiten der Würfe gleich, und die gröſte Höhe des einen iſt ein Viertel vom Parameter des andern, z. B. für den Wurf von 30° iſt $DE = \frac{k^2}{16g}$;

der Parameter $= \frac{3k^2}{4g}$: für den von 60°, DE $= \frac{3k^2}{16g}$, der Parameter $= \frac{k^2}{4g}$ u.ſ.w.

Dieſe Sätze nebſt mehrern, welche die Kürze beyzubringen verbietet, machen mit den darauf gegründeten Aufgaben die paraboliſche Theorie der Balliſtik aus, von der die nöthigſten hiſtoriſchen und litterariſchen Nachrichten im Artikel Balliſtik vorkommen. Bey dieſer Theorie iſt auf den Widerſtand der Luft noch keine Rückſicht genommen; dieſer verändert aber, beſonders bey den ſehr ſchnellen Bewegungen der Geſchützkugeln, die Reſultate weit mehr, als man ehedem glaubte, und ſo ſtark, daß dieſe paraboliſche Theorie allein zum praktiſchen Gebrauche der Artillerie gar nicht mehr hinreichend iſt. Zu den beym Worte Balliſtik angeführten Schriftſtellern, welche von der Bahn der Geſchützkugeln ſowohl nach der paraboliſchen Theorie, als mit Betrachtung des Widerſtands der Luft, handeln, ſind als ganz vorzügliche, noch Bezout (im Cours de mathématiques, überſ. unter dem Titel: Ueber die Kugelbahn, aus d. Frz. des Herrn Bezout. Stuttgart, 1782. 8.) und Herr von Tempelhof (Le Bombardier Pruſſien ou du mouvement des projettiles. à Berlin, 1781. 8.) hinzuzuſetzen, wovon auch letzterer in der Vorrede ſehr gute hiſtoriſche Nachrichten von den neuern Bemühungen der Gelehrten um dieſen Gegenſtand mittheilt.

Z.

Zähigkeit, Ductilitas, *Ductilité*. Die Eigenſchaft gewiſſer Körper, da man ihren Theilen allerley Lagen gegen einander geben kan, ohne daß ſie dadurch ihren Zuſammenhang verlieren, welche im Allgemeinen Dehnbarkeit heißt, führt bey weichen Körpern, die ſich der Natur der flüßigen nähern, den beſondern Namen der Zähigkeit. So nennt man weichen Thon, geſchmolzenes Wachs oder

Siegellak, dickflüßige Oele, Syrupe, Buttern u. d. gl. zähe Materien. Es giebt dabey verſchiedene Grade, ſo daß ſich manche zähe Körper der Natur der flüßigen mehr, manche weniger, nähern.

Die Zähigkeit zeigt gewiſſermaſſen einen mittlern Zuſtand zwiſchen Feſtigkeit und Flüßigkeit an, wobey der Zuſammenhang der Theile ſo ſchwach iſt, daß ſchon eine geringe Kraft hinreicht, ihre Lage zu ändern, ob er gleich immer noch ſo ſtark bleibt, daß ihn dieſe Kraft nicht ganz aufheben kan. Da nun Feſtigkeit und Flüßigkeit vom Grade der Wärme abhängen, ſo muß wohl auch die Zähigkeit dickflüßiger Materien von einem gewiſſen Grade der Wärme herkommen, der ſtark genug iſt, den Zuſammenhang zu ſchwächen, ob er gleich nicht hinreicht, eine vollkommene Flüßigkeit zu bewirken.

Wenn die Zähigkeit der Flüßigkeit entgegengeſetzt wird, ſo giebt man ihr bisweilen auch den Namen **Tenacität**, (Tenacitas, *Tenacité*). Alle flüßige Materien ſind in einem gewiſſen Grade zähe, d. i. ſie ſetzen der Trennung ihrer Theile allemal einen gewiſſen Widerſtand entgegen. Hievon hängt ein Theil des Widerſtands ab, den Bewegungen in flüßigen Mitteln leiden, ſ. **Widerſtand der Mittel.** Zähigkeit mit Anhängen an andere Körper verbunden, heißt **Klebrigkeit** (viſcoſitas, *viſcoſité*).

Zähe Stoffe laſſen ſich gewöhnlich in ſehr dünne Fäden ausziehen, weil ſich beym Auseinanderziehen der Zuſammenhang nicht aufhebt, alſo dieſelbe Maſſe deſto dünner, (kleiner im Durchmeſſer) werden muß, je mehr ſie in die Länge gedehnt wird. Beyſpiele hievon findet man im Artikel **Dehnbarkeit.**

Zahl, güldne, ſ. Cykel, Kalender.

Zauberbrunnen, intermittirender Brunnen, Fons intermittens *Kircheri*, *Fontaine intermittente*, *Fontaine de commandement*. Ein kleiner Springbrunnen, der abwechſelnd Waſſer giebt, und darauf wieder eine Zeit lang ausſetzt. Die gewöhnlichſte Einrichtung iſt folgende.

Taf. XXVII. Fig. 92. iſt das hohle Gefäß A mit ſeinem Halſe in die Dülle ab eingeküttet, und an dieſe das hohle metallne Gefäß BC angelöthet, aus welchem einige Ausgußröhren mit engen Oefnungen herausgehen. Die Röhre DE, deren Weite im Lichten nicht über 3 Linien betragen darf, reicht bis nahe an das obere Ende des Gefäßes A, geht durch die Dülle ab und das Gefäß BC hindurch, und endigt ſich unten in die auf das Baſſin G aufgelöthete Dülle F. Am untern Theile hat ſowohl die Dülle F, als die Röhre DE, einen Ausſchnitt an der Vorderſeite, durch welchen, ſo lange er offen bleibt, die äuſſere Luft eintreten, und durch DE ins Gefäß A aufſteigen kan. Mitten im Baſſin und im Innern der Dülle F befindet ſich ein kleines Loch, von etwa 2 Linien Durchmeſſer, deſſen Fläche allezeit weniger, als die Summe aller Oefnungen der Ausgußröhren bey C, betragen muß. Unter dem Baſſin G iſt noch ein Gefäß H, welches am obern Theile bey I ein Loch hat, durch welches die Luft ausweichen kan.

Füllt man das Gefäß A bey umgekehrter Stellung der Maſchine durch den Ausſchnitt bey F mit Waſſer an, und ſetzt es dann wieder auf ſeinen gewöhnlichen Fuß, ſo läuft das Waſſer aus den Gußröhren bey C heraus, fällt in das Baſſin G, und läuft, ſo viel es die Oefnung O verſtattet, in das Gefäß H ab. Dagegen tritt durch den ofnen Ausſchnitt bey F die äuſſere Luft ein, ſteigt durch DE auf, und ſetzt ſich am obern Theile des Gefäßes A in den Raum, den das Waſſer verlaſſen hat. Weil aber das Loch O kleiner iſt, als die Summe der Oefnungen der Gußröhren, ſo kann durch O nicht ſoviel Waſſer ablaufen, als ins Baſſin ausgegoſſen wird. Wenn daher der Brunnen eine Zeitlang gelaufen iſt, ſo ſammlet ſich das Waſſer in G an, und verſetzt endlich den Ausſchnitt bey F ſo, daß keine äuſſere Luft mehr durch denſelben eintreten kan.

Wenn dieſer Zugang der Luft verſchloſſen iſt, hören die Gußröhren bald auf, Waſſer zu geben. Es läuft zwar noch etwas aus, weil aber dadurch ein Raum entſteht, den keine neue hinzutretende Luft erſetzen kan, ſo wird die Luft im Raume E verdünnt, drückt alſo nicht mehr ſo ſtark auf

die Oberfläche des Waſſers im Gefäße A, als die Atmoſphäre bey C auf die Oefnungen der Gußröhren entgegendrückt. Kömmt es hiemit ſo weit, daß die Elaſticität der Luft bey E verbunden mit dem Drucke der Waſſerſäule über C gerade dem Drucke der Atmoſphäre gleich wird, ſo geben die Oefnungen kein Waſſer mehr. Die Maſchine befindet ſich in dem Falle eines Stechhebers, deſſen obere Mündung man mit dem Finger verſchloſſen hat, ſ. Stechheber.

Indeſſen dauert der Ablauf aus dem Baſſin G in das Gefäß H immer fort, und da jetzt kein neues Waſſer hinzukömmt, ſo öfnet ſich endlich der Zugang durch O aufs neue. Hiemit fängt der Brunnen wieder an, zu fließen, bis O durch das angeſammelte Waſſer in G wiederum verſchloſſen wird, u. ſ. w. So fährt der Brunnen immer fort, mit abwechſelnden Pauſen zu fließen, und man überſieht leicht, daß die Dauer dieſer Pauſen von der Höhe des Ausſchnitts bey F, und von dem Verhältniſſe zwiſchen den Oefnungen bey O und bey C abhängt.

Weil man das Steigen und Fallen der Waſſerfläche im Baſſin G ſehr deutlich ſehen kan, ſo bemerkt man leicht den Augenblick, in welchem das Waſſer eben im Begrif ſteht, den Ausſchnitt bey F ganz zu verdecken, oder den obern Rand deſſelben wiederum zu verlaſſen. In dieſem Augenblicke befiehlt der Künſtler dem Brunnen zu fließen, oder aufzuhören. Die Maſchine ſcheint dem Befehle zu gehorchen, und hat daher die Namen Zauberbrunnen und *Fontaine de commandement* erhalten.

Nach Wolfs Angabe (Elem. Hydraul. Probl. 36.) bekömmt das Gefäß A eine etwas breite Grundfläche, welche ſtatt der Gußröhren C mit kleinen Löchern durchſtochen iſt. Durch dieſe Löcher fällt das Waſſer, wie ein Regen herab, ſo lange der Ausſchnitt bey F nicht verſetzt iſt, hört aber auf, ſo bald keine Luft mehr durch DE aufſteigen kan. Wolf (Act. Erud. Lipſ. 1711. Jan. p. 30 ſqq.) hat nach eben dieſen Grundſätzen eine Lampe angegeben, welche aus einem Gefäße dem Dochte nur ſo lange Oel zufließen läſt, bis dieſes eine gewiſſe Höhe erreicht, alsdann aber durch

Verſetzung eines Lochs der äuſſern Luft den Zugang zur Oberfläche des Oels im Gefäße abſchneidet, und ſo das fernere Ausfließen hindert, bis das Oel durch die Verbrennung wieder niedriger zu ſtehen kömmt, und das Loch wieder frey wird. Dieſe Lampe giebt alſo ſtets nur ſoviel Zufluß, als nöthig iſt, ohne durch überflüßiges Oel die Flamme auszulöſchen, oder ſelbſt bey der gröſten Hitze überzulaufen.

Auf eben dieſen Gründen beruht die Einrichtung der Dintenfäſſer, welche aus einem eingeſchloſſenen Behältniſſe immer nur ſo viel Dinte hergeben, als gerade die zum Eintauchen der Feder nöthige Höhe hat, dergleichen in der Wedgwoodiſchen Fabrik aus ſogenannter Baſaltmaſſe ſehr nett verfertiget werden; ingleichen die Structur der Taſchen-Schreibfedern, die nicht mehr Dinte, als nöthig iſt, in den Schnabel herablaſſen u. ſ. w.

Wolf beſchreibt noch eine andere Art von intermittirendem Brunnen, wo der Zufluß in ein Baſſin ſchwächer, als der Abfluß iſt, und letzterer durch einen Heber bewirkt wird. Wenn der Zufluß den Heber ganz gefüllt hat, ſo fängt dieſer an zu laufen, und leert das ganze Baſſin aus. Alsdann tritt Luft in den Heber, und der Abfluß hört ſo lange auf, bis der Heber durch den Zufluß wieder ganz gefüllt iſt. Dadurch ſucht man unter andern die in der Natur vorkommenden intermittirenden Quellen zu erklären, ſ. **Quellen** (Th. III. S. 615).

Wolf Elem. Matheſeos univerſae. Elem. Hydraul. Probl. 36. 37.

Sigaud de la Fond Dictionnaire de phyſ. Art. *Fontaine de commandement.*

Zaubergemälde, Franklins, Tabula magica ſ. Pictura magica *Franklini*, *Tableau magique.* Franklin (New exp. and obſerv. on electricity in ſeveral letters to Mr. Collinſon. London, 1751. 4. überſ. von **Wilke**: B. Franklins Briefe von der Elektricität. Leipz. 1758. 8. S. 37.) beſchreibt unter dem Namen des Zaubergemäldes oder magiſchen Bildes eine belegte Glastafel, welche mit

Elektricität geladen und berührt einen heftigen Schlag giebt, aber mit gehöriger Vorſicht ſich ohne Schlag berühren läſt, und auf dieſe Weiſe zu einem artigen Verſuche dient.

Die Erfindung iſt, wie Franklin ſelbſt anführt, von Kinnersley. Da ſie zu den berühmteſten elektriſchen Beluſtigungen gehört, und von Franklin etwas undeutlich beſchrieben wird, ſo habe ich in meiner deutſchen Ueberſetzung des Cavallo ihre Einrichtung nach den Vorſchlägen des Herrn Wilke (a. a. O. S. 259.) deutlicher darzuſtellen geſucht.

Man nehme einen Kupferſtich, etwa von einem regierenden Herrn, ſchneide das Bruſtbild heraus, vergolde deſſen hintere Seite, und klebe es mit dünnem Gummiwaſſer auf eine Glastafel ſo, daß die Vergoldung ans Glas kömmt, und eine Belegung deſſelben abgiebt. Auf die andere Seite der Glastafel klebe man den übrigen Theil des Kupferſtichs ſo auf, daß deſſen rechte oder vordere Seite ans Glas kömmt, damit von vorn geſehen das ganze Bild in ſeiner gehörigen Lage erſcheine, obgleich das Bruſtbild vor dem Glaſe und der übrige Theil des Kupferſtichs hinter demſelben iſt. Die hintere Seite der Glastafel und des darauf geklebten Papiers überziehe man nun mit Goldblättchen, laſſe aber den obern Theil frey. Zuletzt faſſe man das ganze Bild am obern, nicht vergoldeten, Theile an, und ſetze eine kleine auf beyden Seiten vergoldete Krone auf das Haupt des Königs.

Wird alsdann dieſe auf beyden Seiten belegte Glastafel mäßig geladen, und einer Perſon ſo in die Hand gegeben, daß ſelbige die hintere Vergoldung mit berührt, ſo wird dieſe Perſon, wenn ſie es wagt, die Krone vom Haupte des Bruſtbilds abzunehmen, oder nur anzutaſten, einen ſtarken Erſchütterungsſchlag bekommen, und ihren Endzweck verfehlen. Der Experimentator hingegen, der das Bild jederzeit am obern nicht vergoldeten Theile anfaſſet (mithin durch ſeine Hand oder ſeinen Körper keine Verbindung zwiſchen beyden belegten Seiten macht), wird die Krone ohne Schlag anrühren, und dieſes als einen Beweis ſeiner Treue angeben können.

Dieſer Verſuch erhält von Franklin den Namen der **Verſchwörung** (*Experience des Conjurés*), wenn der Schlag durch mehrere Perſonen geleitet wird, die einander bey den Händen anfaſſen, und von denen die beyden äuſſerſten, eine die hintere Belegung der Glastafel, die andere die Krone, berühren.

Man muß ſich hiebey hüten, die Tafel anders, als ſehr ſchwach, zu laden; weil alle elektriſche Platten, ſtark geladen, allzuheftige Wirkungen äuſſern, ſ. Quadrat, elektriſches. Da der Schlag aus einem ſolchen magiſchen Bilde von mäßiger Größe ein ganzes Buch Papier durchbohrt, ſo könnte bey allzuſtarker Ladung der Verſuch eben ſo unglücklich für die Verſchwornen ausfallen, als das Verbrechen ſelbſt, wovon er benannt iſt.

Tib. Cavallo Vollſtändige Abhandl. der Lehre von der Elektricität. a. d. engl. Dritte Aufl. Leipz. 1785. gr. 8. Zuſ. des Ueberſ. S. 195 u. f.

Zauberkunſt, natürliche, ſ. Magie, natürliche.

Zauberlaterne, Laterna magica, Lucerna thaumaturga, megalographica, *Lanterne magique*. Eine Vorrichtung, welche kleine auf Glas gemahlte Figuren im Dunkeln vergrößert an der Wand oder auf einem Schirme darſtellt.

Ihre Einrichtung beruht auf der bekannten Eigenſchaft der erhabnen Linſengläſer, von Gegenſtänden, welche um etwas mehr als ihre Brennweite, abſtehen, deutliche Bilder in beſtimmter Entfernung darzuſtellen, ſ. Linſengläſer (Th. II. S. 913). Man hat hier für beſſer gefunden, ſtatt eines einzigen Linſenglaſes deren zwey zu gebrauchen. Das erſte derſelben ſchicket die Stralen ſo auf das zweyte, als ob ſie von einer entlegnern Sache herkämen, als es das Gemälde in der That iſt, welches die Folge hat, daß man das Gemälde näher, als ſonſt, an das erſte Glas rücken, und alſo die Länge des Werkzeugs abkürzen kan.

Es wird in einem Gehäuſe, das die Form einer Laterne bekömmt, an der Rückwand ein Hohlſpiegel angebracht, der das Licht einer in ſeinem Brennpunkte ſtehenden Lampe

auf ein durchſcheinendes Glasgemälde wirft, und ſelbiges dadurch von der Rückſeite her ſtark erleuchtet. Um mit den Bildern abwechſeln zu können, werden mehrere derſelben neben einander in hölzerne Schieber gefaſſet, die man in einem queer durch die Seitenwände der Laterne durchgehenden Falz einſchieben, und eines nach dem andern gerade vor den Spiegel und die Flamme bringen kan. An der Vorderſeite der Laterne befindet ſich ein Rohr mit einem convexen Linſenglaſe, und ein zweytes Rohr mit einem ähnlichen Glaſe läſt ſich in jenem erſten verſchieben, damit man die Entfernung beyder Gläſer nach Bedürfniß ändern könne.

Jeder Punkt des erleuchteten Gemäldes wirft Licht auf das erſte Glas, welches durch dieſes und das zweyte hindurchgeht, und ſich in einer beſtimmten Entfernung hinter dem letzten Glaſe wieder in einen Punkt vereiniget. Steht nun in der Stelle dieſer Vereinigungspunkte eine Wand, ein Schirm, oder ſonſt etwas Undurchſichtiges, das die Stralen auffängt, ſo wird ein deutliches, aber umgekehrtes, Bild des Gemäldes daſelbſt entworfen; daher man die Gemälde in verkehrter Stellung einſchiebt, um aufrechte Bilder zu erhalten.

Das Bild erſcheint auch vergrößert, und zwar ungefähr in dem Verhältniſſe, in welchem ſein Abſtand von den Gläſern größer iſt, als der Abſtand des Gemäldes von ebendenſelben. Durch dieſe Vergrößerung wird das Licht in einen weitern Raum verbreitet, mithin geſchwächt. Soll alſo das Bild noch hell und mit lebhaften Farben erſcheinen, ſo muß die Erleuchtung ſehr ſtark ſeyn, und die Vergrößerung darf nicht über gewiſſe Grenzen getrieben werden.

Die Zauberlaterne iſt vom Sonnenmikroſkop blos dadurch unterſchieden, daß beym letztern Sonnenlicht gebraucht wird, welches weit mehr Erleuchtung gewährt, und die Vergrößerung viel höher zu treiben verſtattet, ſ. Sonnenmikroſkop. Daher nimmt man zur Zauberlaterne Gläſer von größern Brennweiten, die nicht ſo ſtark vergrößern, und braucht deren lieber zwey, damit man ihren Abſtand von einander ändern, und das Bild in verſchiedenen Entfernungen deutlich machen kan.

Die Erfindung dieſes artigen Werkzeugs, welches eine unterhaltende Beluſtigung gewährt, und zu mancherley täuſchenden Künſten angewendet werden kan, haben wir Kirchern zu verdanken. Dieſer führt zwar in der erſten Ausgabe ſeines optiſchen Werks (Ars magna lucis et umbrae. Romae, 1646. fol. p. 915.) nur ſoviel an, daß man auf einen Hohlſpiegel ein Gemälde bringen, und deſſen Abbildung vermittelſt eines davor geſtellten Lichts und Glaſes auf eine Wand in einem dunkeln Orte werfen könne, wovon er ſich viel zu Bekehrung der Gottloſen verſpricht, wenn man ihnen zu rechter Zeit den Teufel darſtellte. Aber in der zweyten Ausgabe, (Amſt. 1671. fol.) findet man die Beſchreibung der eigentlichen Zauberlaterne, mit ſaubern Zeichnungen, welche zeigen, daß Kircher ſchon die jetzt gewöhnlichen Schieber mit Glasgemälden gebraucht hat.

Ozanam (Recreat. math. To. III. p. 247.) führt an, ſchon Roger Baco habe die Zauberlaterne gekannt, und eine Beſchreibung derſelben komme beym Schwenter (Mathemat. Erquickſt. Nürnb. 1651. 4. Sechſt. Theil. 31ſte Aufg.) vor. Aber beydes iſt falſch, und Schwenter redet nur von einem Hohlſpiegel, der das Licht ungeſchwächt in große Entfernungen wirft, und eine Schrift daſelbſt lesbar macht.

Der P. Zahn (Oculus artificialis teledioptricus. Herbip. 1685. fol. edit. 2da. Norimb. 1702. fol. p. 726 ſqq.) redet ſchon ſehr umſtändlich vom Gebrauche der Zauberlaterne zu allerley Kunſtſtücken, und giebt dazu eine Menge Abbildungen. Auch handlen davon Hertel (Vom Glasſchleifen, II. Th. 6 Cap.), Leutmann (Anmerk. vom Glasſchleifen, Cap. 10.), Doppelmayr (Weitere Eröfnung der bionſchen mathematiſchen Werkſchule, S. 47.), und vorzüglich s'Graveſande (Phyſ. elem. mathem. Vol. II. p. 873.), welcher zugleich bemerkt, daß dieſes Werkzeug von den Optikern noch nicht zur gehörigen Vollkommenheit gebracht ſey.

Man hat nachher auch darauf gedacht, bewegliche Bilder darzuſtellen, z. B. eine Windmühle, die ſich umdreht. Dies wird dadurch erhalten, daß man die beweglichen Thei-

le, z. B. die Flügel, auf eine beſondere Glasſcheibe mahlt, welche umgedreht, oder ſonſt der Abſicht gemäß bewegt wird. Nach Herrn Käſtners Nachricht hat dazu der Profeſſor **Ehrenberger** in Coburg Anleitung gegeben. Der Apparat wird auch beym **Nollet** und **Briſſon** beſchrieben.

Wenn man das Bild nicht an der Fläche der Wand auffängt, ſondern in einen aufſteigenden Dampf oder Rauch fallen läſt, ſo bemerkt das Auge gefärbte Stellen, die in verſchiedenen Ebnen hinter einander liegen, wodurch es das Anſehen gewinnt, als ob das Bild einen körperlichen Raum einnähme. So läſt ſich durch Verbergung der Zauberlaterne ſelbſt und des Gefäßes, woraus der Dampf aufſteigt, mit Anwendung anderer zweckmäßigen Täuſchungsmittel, Leichtgläubigen die Erſcheinung von Geiſtern oder Verſtorbnen vorſpiegeln. Hiezu wird auch die Zauberlaterne in der That von vorgeblichen Geiſterbeſchwörern gemißbrauchet; daher die Anleitungen zu mannigfaltigen Kunſtſtücken dieſer Art auch in den Schriften von der natürlichen Magie vorkommen.

Der gröſte Nutzen, den dieſes Werkzeug der Phyſik verſchaft hat, iſt wohl die daraus entſtandne Erfindung des Sonnenmikroſkops geweſen. **Wolf** (Nützl. Verſuche Th. III. §. 114.) bemerkt ſchon, daß man die Zauberlaterne als Vergrößerungswerkzeug für kleine durchſcheinende Gegenſtände nützen könne. Weil aber hiebey zu ſtarken Vergrößerungen ſehr viel Licht erfordert wird, wozu die gemeinen Lampen nicht hinreichen, ſo fiel man darauf, Sonnenlicht zu gebrauchen. Was **Balthaſaris** in Erlangen ſchon 1710 erfunden haben ſoll (ſ. oben S. 101.) iſt vielleicht nichts anders, als eine gewöhnliche Zauberlaterne, aber durch Sonnenlicht erleuchtet, geweſen. Das vom ältern **Adams** erfundene, und vom jüngern verbeſſerte **Lampenmikroſkop**, das auch zu undurchſichtigen Gegenſtänden gebraucht werden kan, iſt, da es durch Lampe und Spiegel erleuchtet wird, ganz eigentlich zu den Zauberlaternen zu rechnen.

Euler (Emendatio laternae magicae et microſcopii ſolaris in Nov. Comm. Petrop. To. III. p. 363.) hat ſchon eine Art angegeben, undurchſichtige Gegenſtände, welche

von der Vorderſeite erleuchtet werden müſſen, durch die Zauberlaterne abzubilden. Er ſtellt einen Hohlſpiegel, der, wie bey den Teleſkopen, in der Mitte durchlöchert iſt, vor den Gegenſtand, und mehrere Lichter zwiſchen beyde ſo, daß der Spiegel die Erleuchtung auf den Gegenſtand wirft, deſſen Punkte die Stralen durch das Loch des Spiegels auf die Gläſer ſenden. Die Lichter müſſen aber nahe an der Fläche des Spiegels, und nicht vor dem Loche ſtehen, damit von ihnen keine geraden Stralen durch das Loch auf die Gläſer fallen, weil ſich ſonſt die umgekehrten Lichtflammen mit abbilden würden. Nach Eulers Vorſchlage erfordern größere Gegenſtände auch größere nach andern Verhältniſſen gebaute Werkzeuge, daher er vier Sorten derſelben für Objecte von 6 Fuß, 1 Fuß, 2 Zoll und 2 Linien zu verfertigen anräth. Mehrere Einrichtungen, undurchſichtige Gegenſtände zu erleuchten, die mit gehöriger Abänderung auch zur Zauberlaterne brauchbar ſind, findet man beym Worte **Sonnenmikroſkop.**

Daß übrigens ſchon **Porta** undurchſichtige Bilder, durch Sonnenlicht von der Vorderſeite erleuchtet, in der Camera obſcura dargeſtellt hat, wird man beym Worte **Zimmer, verfinſtertes,** finden. Das war eigentlich ſchon die Anlage zu einem opake ſolar microſcope. Aus der Camera obſcura entſtand die Zauberlaterne, aus dieſer das Sonnenmikroſkop, welches endlich wieder zu undurchſichtigen Gegenſtänden geſchickt gemacht ward. So laufen die Erfindungen im Kreiſe um.

Smith's Lehrbegrif der Optik durch Käſtner, S. 347.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 100 u. 528.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſique, Art. *Lanterne magique.*

Zauberperſpectiv, magiſches Perſpectiv, Tubus magicus, Teleſcopium magicum, *Lunette magique.* Eine Vorrichtung, welche den Unerfahrnen glauben macht, er ſehe durch undurchſichtige Körper.

In dem hohlen Käſtchen BDGI, Taf. XXVII. Fig. 93. ſind inwendig vier Planſpiegel BC, DE, FG, HI ſo ange-

bracht, daß ſich ihre Flächen gegen die Horizontallinie oder Axe AK unter Winkeln von 45° neigen. Sie ſind alſo ſämmtlich mit einander parallel, und kehren die Spiegelflächen gegen einander. Bey A und K ſind kleine ofne Röhren angeſetzt, ſo daß man durch A hineinſehen, und daß durch K das Licht von den in der Axe AK liegenden Gegenſtänden einfallen kan. Bey L und M ſind ähnliche Röhren blos der Täuſchung halber angeſetzt, damit es ſcheinen ſoll, als ſähe man bey A den Gegenſtand N durch die beyden in gerader Linie liegenden und überall ofnen Röhren AL und MK. Man kan allenfalls die Oefnungen L und M noch durch das Zwiſchenrohr LM, das ſich aber herausnehmen läſt, verbinden, ſo gewinnt es das Anſehen, als ob das Auge O den Gegenſtand N durch das zuſammenhängende an beyden Enden ofne Rohr ALMK vermittelſt gerader Stralen betrachtete.

Auch wird das Auge dieſen Gegenſtand wirklich in ſeiner natürlichen Größe und Geſtalt in der Axe AK, aber nicht durch gerade Stralen, ſondern vermittelſt der vier Spiegel, ſehen. Nemlich der Stral NK, der in der Axe ſelbſt einfällt, trift die Mitte des Spiegels HI, wird vermöge der Lage deſſelben ſenkrecht herab auf die Mitte des zweyten Spiegels FG, von dieſem horizontal auf die Mitte des dritten DE, hier wieder ſenkrecht herauf auf die Mitte des vierten BC, und von dieſem endlich in der Richtung der Axe AK ins Auge O geworfen. Der Zuſchauer ſieht alſo die Gegenſtände um N durch die Spiegel, von deren Daſeyn er nichts weiß, indem er durch das Rohr AK gerade nach N zu ſehen glaubt. Wenn man alſo das Stück LM herausnimmt, und an deſſen Stelle zwiſchen L und M ein Bret, oder einen andern undurchſichtigen Körper ſtellt, ſo hindert dies nichts im Wege der Stralen; man ſieht die Gegenſtände noch immer, wie zuvor, und glaubt nun, durch das Bret hindurch zu ſehen.

Dieſes Werkzeug beſteht eigentlich aus zweyen an einander geſetzten Polemoſkopen, wovon die Spiegel HI und FG das eine, DE und BC das andere ausmachen, ſ. Polemoſkop. Wenn man bey A ein hohles Augenglas, und

auf der durch die Spiegel gebrochnen Axe in der gehörigen Entfernung ein erhabnes Objectivglas einſetzt, ſo kan man zugleich Vergrößerung der Gegenſtände erhalten, wiewohl dieſes hier nicht zur eigentlichen Abſicht gehört.

Vorſchläge, mehrere Spiegel ſo zu ſtellen, daß man darinn ſehen kan, was an Orten vorgeht, von denen man durch eine Mauer u. dgl. abgeſondert iſt, kommen ſchon beym Roger Baco, Porta u. a. vor; auch beym Schwenter (Mathematiſche Erquickſtunden, Sechſter Theil, 18 Aufg.). Das hier beſchriebene Werkzeug aber, welches zugleich das Bild in eben die Linie bringt, nach der man ſonſt den Gegenſtand ſehen würde, ſcheint aus Hevels Polemoſkop entſtanden zu ſeyn, und wird erſt von den neuern Sammlern mathematiſcher Spielwerke beſchrieben.

Zaubertrichter, Taſchenſpielertrichter, Infundibulum magicum, *Entonnoir magique.* Ein in Form eines Trichters verkleideter Stechheber. Der Trichter ABC, Taf. XXVII. Fig. 94. beſteht aus zween in einander ſteckenden Trichtern, welche zwiſchen ſich einen beträchtlichen Raum laſſen. Der äuſſere hat bey D ein kleines Loch, welches, indem man den Handgriff anfaſſet, unvermerkt mit dem Finger verſchloſſen und wieder eröfnet werden kan. Man hält das Ganze bey C zu, und füllt es mit Wein, wodurch ſich auch der innere Raum zwiſchen beyden Trichtern mit anfüllt. Aus dieſem Raume kan nun nichts herauslaufen, ſo lang das Loch bey D verſchloſſen bleibt, wenn man gleich bey C geöfnet hat, wofern nur die Oefnung C ſo eng iſt, daß ſich Luft und Wein in ihr nicht ausweichen können: aus eben dem Grunde, aus welchem ein Stechheber nicht läuft, ſo lang man ſeine obere Oefnung zuhält, ſ. Stechheber. Man kan auf dieſe Art den im innern Trichter befindlichen Wein austrinken oder durch C auslaufen laſſen, ſo daß alles leer ſcheint. Der Zuſchauer wird alſo glauben, es ſey aller Wein heraus; wenn man aber unvermerkt das Loch bey D eröfnet, ſo läuft noch eine große Menge, die ſich im Zwiſchenraume befunden hatte, durch

C hervor, oder füllt, wenn man C zuhält, den innern Trichter wieder an, der alſo zum zweytenmale kan ausgetrunken werden, u. ſ. w.

Zeichen des Thierkreiſes, Zeichen der Ekliptik, himmliſche Zeichen, Signa caeleſtia, Dodecatemoria, *Signes du Zodiaque.* So nennen die Aſtronomen die zwölf Theile, in welche man die Ekliptik und den Thierkreis ſchon im höchſten Alterthume eingetheilt hat. Ihre Namen und Bezeichnung findet man beym Worte **Ekliptik.** Es ſind die Namen der Sternbilder, welche ehedem dieſe zwölf Stellen des Thierkreiſes einnahmen, jetzt aber von denſelben hinweg und in die zunächſt folgenden Zeichen gerückt ſind, ſo daß die Sterne des Widders im Zeichen des Stiers, die des Stiers im Zeichen der Zwillinge u. ſ. w. ſtehen, daher man die Sternbilder oder **gebildeten Zeichen** (aſteriſmos) von den eigentlichen oder **ungebildeten** (ſignis, dodecatemoriis) zu unterſcheiden hat.

Die Richtung, nach welcher die Zeichen gezählt werden, geht dem Zuſchauer, der das Haupt gegen die nördlichen Fixſterne kehrt, von der Rechten zur Linken, oder uns, wenn wir gegen Mittag ſehen, von Abend gen Morgen. Es iſt eben diejenige Richtung, nach welcher in unſerm Sonnenſyſtem alle Umläufe und Umdrehungen der Planeten und Nebenplaneten geſchehen, ſ. **Folge der Zeichen.**

Von den zwölf himmliſchen Zeichen liegen die ſechs erſten: ♈, ♉, ♊, ♋, ♌, ♍, in der nördlichen Helfte des Himmels, und heiſſen daher **nördliche, mitternächtliche** (ſigna borealia, ſeptemtrionalia, *ſignes ſeptentrionaux*); die ſechs letzten: ♎, ♏, ♐, ♑, ♒, ♓, in der ſüdlichen Helfte heiſſen **ſüdliche, mittägige** (ſigna auſtralia, meridionalia, *ſignes meridionaux*).

Man theilt auch die Zeichen in **aufſteigende** (aſcendentia, *aſcendants*) und **abſteigende** (deſcendentia, *deſcendants*). In dem Laufe durch die aufſteigenden: ♑, ♒, ♓, ♈, ♉, ♊ nähert ſich die Sonne immer mehr dem bey uns ſichtbaren Pole und dem Scheitel unſerer Län-

der; da ſie hingegen in den abſteigenden: ♋, ♌, ♍, ♎, ♏, ♐, ſich wieder von demſelben entfernt. Für die ſüdliche Helfte der Erdkugel ſind diejenigen Zeichen aufſteigend, welche für uns abſteigend ſind, und umgekehrt.

Zeit, Tempus, *Temps.* Wir bezeichnen mit dieſem Worte eine Vorſtellung, die wir allemal mit dem Begriffe vom Aufeinanderfolgen der Zuſtände und Veränderungen verbinden. Wir ſtellen uns nemlich die Folge aller in und auſſer uns ſelbſt vorgehenden Begebenheiten und Veränderungen als eine zuſammenhängende Reihe vor, in welcher es Stellen giebt, die einander näher oder von einander entfernter ſind, ſo daß hier Begriffe vom Mehrerm und Minderm ſtatt finden, und Verhältniſſe betrachtet werden können.

So ſehen wir die Sonne am Morgen aufgehen, am Mittage ihren höchſten Stand erreichen, am Abende wiederum unter den Horizont hinabſinken. Indem dieſes geſchieht, gehen zugleich in und um uns tauſenderley Dinge vor, die ſich auf eben die Art, wie die verſchiedenen Stände der Sonne, folgen: Wir bilden aus allen dieſen Dingen in unſerer Vorſtellung eine zuſammenhängende Reihe, in welcher jedes der Ordnung nach ſeine beſtimmte Stelle hat, und, was zuſammen geſchieht, auf einerley Stelle trift. Jede einzelne Stelle dieſer Reihe heißt ein Zeitpunkt, ein **Moment, Augenblick** (momentum temporis); was auf einerley Zeitpunkt trift, wird **gleichzeitig** oder **coexiſtirend** (ſimultaneum), was auf verſchiedene Zeitpunkte fällt, **ſuccedirend** (ſucceſſivum) genannt; der Abſtand oder Zwiſchenraum zweener Zeitpunkte heißt ein Zeitraum (intervallum temporis), und die ganze Vorſtellung dieſer Folge oder Reihe, die Zeit.

Es iſt alſo die Zeit nichts an ſich oder außer uns exiſtirendes, ſondern lediglich eine Vorſtellungsart oder Denkform, nach der wir unſere Ideen von ſuccedirenden Dingen ordnen. Wir nehmen bei den Abſtänden der Zeitpunkte oder bey den Zeiträumen Größen und Verhältniſſe wahr, und erkennen z. B., daß der Zeitraum vom Aufgange bis

zum Untergange der Sonne größer, als der vom Aufgange bis zum Mittage ſey, und daß ſich jener zu dieſem, wie 2 zu 1, verhalte. Dies erklärt, wie ſich die Zeiträume meſſen laſſen, oder wie es möglich werde, einen derſelben mit einem andern bekannten zu vergleichen.

Bey dieſem Maaße der Zeit legen wir den Begrif von gleichförmigem Fortgange zum Grunde, d. i. von Wirkungen, die unaufhörlich mit durchaus gleicher Stärke fortdauern, wie jede gleichförmige Bewegung, oder wie das Auslaufen des Sandes durch eine Oefnung, aus der in jedem Augenblicke gleich viel Sand fällt, u. dgl. Solche Wirkungen bringen Summen hervor, welche in eben dem Verhältniſſe wachſen, wie der Zeitraum, durch den die Wirkungen fortgedauert haben. Wir ſchließen alſo, es ſey doppelt ſo viel Zeit verfloſſen, als ein andermal, wenn während derſelben ein Körper, der ſich immer gleichförmig oder gleich ſtark bewegt, doppelt ſoviel Raum zurückgelegt hat, oder wenn aus einer Sanduhr doppelt ſo viel Sand ausgelaufen iſt u. ſ. w.

Die Natur ſelbſt gewährt uns ein beſtändiges immer gleichförmiges Zeitmaaß in der täglichen Umdrehung der Erdkugel, oder, was eben ſo viel iſt, in der hieraus entſtehenden ſcheinbaren Bewegung der Fixſterne, ſ. Sternzeit. Durch die Dauer oder den Zeitraum einer ſolchen Umdrehung wird der Sterntag mit ſeinen Theilen, den Stunden, Minuten, Secunden, Tertien ꝛc. der Sternzeit beſtimmt. Alle Zeiträume laſſen ſich in ſolchen Theilen, als Einheiten, ausdrücken, und auf dieſe Art leicht unter einander ſelbſt vergleichen.

Die Kunſt verſchaft uns Werkzeuge, welche unausgeſetzt eine immer gleichförmige Bewegung unterhalten, und von ſelbſt die Räume zählen, durch welche dieſe Bewegung von einem Zeitpunkte zum andern fortgeht. Solche Werkzeuge führen den Namen der **Uhren**. Eine gewiſſe beſtimmte Größe im Fortgange des Zeigers der Uhr, heißt eine **Stunde der Uhr**, ihr 60ſter Theil eine Minute, deren 60ſter Theil eine Secunde u. ſ. w. Dadurch werden für jede gleichförmig gehende Uhr Theile der Uhrzeit be-

ſtimmt, in welchen ſich ebenfalls Zeiträume ausdrücken und unter einander vergleichen laſſen.

Im bürgerlichen Leben findet man ſich durch viele Umſtände bewogen, die Zeit nach der Bewegung der Sonne abzumeſſen. Aber dieſe Bewegung iſt nicht gleichförmig, und kan daher weder mit der Sternzeit, noch mit der Zeit irgend einer gleichförmig gehenden Uhr genau übereinſtimmen. Inzwiſchen kan man ſich ſtatt der wahren Sonne eine erdichtete vorſtellen, welche einen gleichförmigen Gang hätte, und mit dieſem doch, im Ganzen genommen, eben die Bewegung vollendete, die die wahre Sonne mit ihrem ungleichförmigen Gange zurücklegt. Durch dieſes Hülfsmittel erhält man eine mittlere Sonnenzeit, und Theile derſelben, welche wiederum dienen können, um Zeiträume auszudrücken und zu vergleichen, ſ. Sonnenzeit.

Der Aſtronom verlangt, die Augenblicke, in welchen ſich die Himmelsbegebenheiten ereignen, nach **wahrer Sonnenzeit** anzugeben. Das heißt ſoviel. Er nennt bey dieſer Angabe das Jahr, den Monat und den Tag der Begebenheit, und ſetzt hinzu, wieviel von dem wahren Mittage dieſes Tages an bis zum Augenblicke der Begebenheit, Stunden, Minuten, Secunden u. ſ. w. wahrer Sonnenzeit verfloſſen ſind. Um den ganzen Zeitraum von einer Epoche bis zur Begebenheit zu beſtimmen, darf man alsdann nur die vollendeten Jahre und Tage (tempus completum) in Rechnung bringen. Was zum Beyſpiel in den Nachmittagsſtunden des 11 Aprils 1791 n. C. G. geſchahe, das fiel 1790 Jahre, 100 Tage (31 + 28 + 31 + 10 = 100) nach dem Anfange der chriſtlichen Zeitrechnung, wozu nun noch die Stunden, Min. ꝛc. hinzuzuſetzen ſind, welche vom wahren Mittage des 11ten Aprils (mit welchem nach aſtronomiſcher Rechnung dieſer Tag erſt anfängt) bis zum Augenblicke der Beobachtung verfloſſen. Nennt man das Jahr 1791, und den 11ten April ſelbſt, ſo ſind das laufende Jahre und Tage (tempus currens, anni cavi), auf welchen Unterſchied man bey Summirung der Zeiträume genaue Rückſicht nehmen muß.

Die Stunden, Minuten und Secunden, welche ſeit dem letzten Mittage verfloſſen ſind, werden durch die Angabe der Uhr im Augenblicke der Beobachtung gefunden. Die Uhren werden hiezu ſo eingerichtet, daß ſie ohngefähr entweder Sternzeit oder mittlere Sonnenzeit zeigen. Es kömmt nichts darauf an, was für Zeit eine Uhr zeigt, wofern nur ihr Gang vollkommen gleichförmig iſt. Man kan nemlich die Angabe der Uhr oder die Uhrzeit durch Rechnung in wahre Sonnenzeit verwandeln, wenn man nur weiß, was die Uhr den Mittag vor der Beobachtung, und den Mittag nach derſelben, gewieſen hat, und zugleich verſichert iſt, daß ſie die ganze Zwiſchenzeit hindurch ihren Gang mit völliger Gleichförmigkeit fortgeſetzt habe.

Geſetzt, eine aſtronomiſche Uhr zeigte am wahren Mittage

den 2 Jan.	23 St.	56 Min.	32 Sec.	
den 3 Jan.	23	56	50	
Unterſchied			18 Sec	$= \alpha$.

Eine Himmelsbegebenheit, z. B. der Austritt eines Jupiterstrabanten, geſchieht zwiſchen beyden Mittagen, oder den 2 Jan. in dem Augenblicke, da die Uhr 11 St. 16 Min. 23 Sec. zeigt. Man fragt nun, wieviel dieſe Uhrangabe nach wahrer Sonnenzeit betrage, oder wie groß der Zeitraum vom erſten Mittage bis zum Augenblicke der Beobachtung in Theilen der wahren Sonnenzeit ſey.

Hiebey fällt zuerſt in die Augen, daß die Uhr ſchon am erſten Mittage um ſoviel zu ſpät gieng, als 23 St. 56 Min. 32 Sec. unter 24 St. betragen, d. i. um 3 Min. 28 Sec. Hätte man ihren Zeiger um ſoviel fortgerückt, ſo würde ſie bey der Beobachtung noch 3 Min. 28 Sec. mehr, folglich

11 St. 19 Min. 51 Sec $= 40791$ Sec $= \beta$

gezeigt haben. Soviel Uhrzeit iſt nun eigentlich vom erſten Mittage bis zur Beobachtung verfloſſen. Hätte die Uhr am 2 Jan. mehr als 24 St. oder mehr, als Null gezeigt, und wäre alſo zu früh gegangen, ſo müſte der Ueberſchuß von der Angabe der Beobachtungszeit abgezogen werden.

Nun nenne man die Secunde der wahren Sonnenzeit $= \Sigma$, die der Uhrzeit $= \sigma$. In dem Zeitraume zwiſchen beyden Mittagen ſind 86400 Secunden wahre Sonnenzeit; aber 18 Sec. oder α mehr Uhrzeit. Daher

$$(86400 + \alpha)\,\sigma = 86400\,\Sigma$$

Hätte die Uhr am zweyten Mittage weniger, als am erſten, gezeigt, ſo wäre der Unterſchied α negativ, und von 86400 abzuziehen.

Man kan nun ſchließen: Wenn $(86400+\alpha)\,\sigma$ mit $86400\,\Sigma$ übereinſtimmen, ſo ſtimmt β, oder der in Uhrzeit ausgedrückte Zeitraum überein mit

$$\frac{86400}{86400+\alpha}.\beta \text{ in wahrer Sonnenzeit.}$$

Im Beyſpiele, wo $\alpha = 18$; $\beta = 40791$, findet ſich $\frac{86400 . 40791}{86418} = 40782{,}5$; alſo die Beobachtung nach wahrer ☉zeit 40782, 5 Sec. oder 11 St. 19 Min. 42, 5 Sec. nach dem Mittage des 2 Jan.

Es iſt aber $\frac{86400}{86400+\alpha}.\beta = \beta - \frac{\alpha\beta}{86400+\alpha}$. Dieſe letztere Formel gewährt eine leichtere Rechnung, weil man ſo im zweyten Gliede nur mit der kleinen Zahl α multipliciren darf, und nun findet, was von β abzuziehen ſey, um die Angabe in wahrer Sonnenzeit zu erhalten. In unſerm Beyſpiele iſt $\frac{18 . 40791}{86418} = 8{,}5$ Sec., welche man von 11 St. 19 Min. 51 Sec. abzuziehen hat. Wäre α negativ, ſo würde das zweyte Glied der Formel zu β hinzuzuſetzen ſeyn.

Lehrreiche Betrachtungen über dieſe Verwandlung der Uhrzeit in wahre Sonnenzeit, und ihre Erleichterung durch Logarithmen und Tafeln hat Herr Käſtner (Anfangsgr. der Aſtron. 3te Aufl. Göttingen, 1781. 8. S. 43 u. f. S. 317 u. f. ingl. Aſtronomiſche Abhdl. Erſte Samml. Gött. 1772. 8. III Abhdl. §. 51. u. f.). angeſtellt.

Die Zeit, welche die Uhr zu Mittage weiſet, findet man entweder aus übereinſtimmenden Sonnenhöhen, oder aus dem Durchgange der Sonne durch die Mittagsfläche, in der man einen Faden ausſpannt, und die Zeit des Antritts des vordern und hintern Sonnenrandes an dieſen Faden bemerkt. Der halbe Unterſchied beyder Zeitpunkte zum erſten addirt oder vom letzten abgezogen giebt die Zeit des Durchgangs des Mittelpunkts d. i. des Mittags. Hat man der Witterung halber die Zeit an einem der nächſten Mittage vor und nach der Beobachtung nicht bemerken können, ſo iſt genug, wenn man ſie nur an irgend einem der vorhergehenden und einem der nachfolgenden bemerkt, und die Uhr indeſſen einen immer gleichen Gang behalten hat. Die Rechnung läſt ſich ſo abändern, daß ſie auch dieſem Falle Gnüge leiſtet. Hieraus wird begreiflich, warum es genug iſt, die Uhr nur ohngefähr nach einer gewiſſen Zeit zu ſtellen, da das Weſentliche blos auf die Gleichförmigkeit ihres Ganges ankömmt, bey welcher ſie doch die wahre Sonnenzeit, die man zu wiſſen verlangt, nicht unmittelbar zeigen könnte.

Zeitbogen, ſ. **Stundenwinkel.**

Zenith, **Scheitel**, **Scheitelpunkt**, Zenith, *Zénith.* Dieſen arabiſchen Namen giebt man in der Sternkunde dem Punkte Z, Taf. VIII. Fig. 2, den die durch das Auge o gezogne Scheitellinie oder Richtung der Schwere, oberwärts verlängert, an der ſcheinbaren Himmelskugel treffen würde — dem Punkte des Himmels, welcher gerade über dem Haupte des Zuſchauers ſtehet, und von ſelbigem als der oberſte oder höchſte Punkt des Himmels betrachtet wird. Dieſer Punkt iſt einer von den Polen des Horizonts, er ſteht nemlich von jedem Punkte dieſes Kreiſes um 90° ab, weil die Scheitellinie mit der Erdfläche überall rechte Winkel macht.

Wäre die Erde eine vollkommne Kugel, ſo würde unſer Zenith einerley mit dem Nadir unſerer Gegenfüßler ſeyn, ſ. **Nadir.** Da aber die Erde von der Kugelgeſtalt abweicht,

ſo trift dies nur für diejenigen Orte zu, welche unter dem Aequator und unter den Polen der Erde liegen.

Jeder Ort der Erdfläche hat ſein eignes Zenith; und die Zenithe zweener verſchiedenen Orte faſſen am Himmel zwiſchen ſich den Bogen eines gröſten Kreiſes, welcher das Maaß des Winkels iſt, um den ſich die Scheitellinien oder Richtungen der Schwere an beyden Orten gegen einander neigen. Liegen ſich zween Orte ſo nahe, daß man die Richtungen ſchwerer Körper an beyden als parallel anſehen kan, oder daß der Bogen, der ihren Unterſchied mißt, gegen die Größe des ganzen Umkreiſes verſchwindet, ſo iſt auch der Unterſchied ihrer Zenithe am Himmel nicht merklich, und man kan beyden einerley Zenith zuſchreiben. So giebt man ganzen Städten nur ein einziges Zenith, wenn ihr Umfang gegen den ganzen Umkreis der Erdkugel nicht in Betrachtung kömmt. Bey ſehr groſſen Städten muß man doch auf den Unterſchied der Zenithe verſchiedener Beobachtungsorte Rückſicht nehmen. So giebt es z. B. in Paris drey Sternwarten in ſolcher Lage, daß die bey der Ecole Militaire ihr Zenith um $7\frac{1}{2}''$, die beym Cabinet du Roi das ihrige um $14''$ weiter oſtwärts hat, als die königliche.

Man findet das Zenith eines Orts mit Hülfe des Bleyloths, nach welchem eine Regel mit Dioptern oder die Axe eines Fernrohrs lothrecht geſtellt werden kan, ſo daß das Auge dadurch gerade in den Scheitel ſieht. Feſtſtehende Vorrichtungen dieſer Art dienen, Durchgänge der Sterne durch den Scheitel, oder ihre kleinen Abſtände von demſelben zu beobachten.

Das Zenith jedes Orts gehört für denſelben in die unbewegliche Himmelskugel, und beſtimmt ſeinen Horizont und Mittagskreis; daher man Städten, deren Zenith für einen einzigen Punkt angenommen wird, auch nur einen Horizont und einen Mittagskreis beylegen kan.

Zerbrechlich, Fragile, *Fragile*, *Caſſant*. Ein feſter Körper heißt zerbrechlich, wenn ſich ſeine Theile durch Stoß oder Druck leicht vom Ganzen trennen laſſen, oder

wenn ihr Zuſammenhang unter einander gering iſt. Das Wort iſt nicht völlig gleichbedeutend mit ſpröde; indem man ſpröde auch ſolche Körper nennt, die zum Zerbrechen ſchon ziemliche Kraft erfordern, wenn ſie nur noch eher zerbrechen, als ſich beugen. Um einen Körper zerbrechlich zu nennen, erfordert man vornehmlich, daß ihn eine geringe Kraft trenne, wenn ſie auf die Richtung ſeiner Länge, oder auf ſeine Longitudinalfibern ſenkrecht wirkt, wie auf einen Stab, den man der Queere nach zerbricht. Manche Körper, z. B. die Fäden, ſind nach dieſer Richtung biegſam; hingegen laſſen ſie ſich von Kräften, die nach der Richtung der Länge ſelbſt wirken, gar leicht zertrennen. In dieſem Falle ſagt man aber nicht, daß ſie zerbrechen, ſondern daß ſie zerreiſſen.

Zerlegung, Zerſetzung, Scheidung, Analyſis chymica, Disjunctio, *Analyſe, Décompoſition.* Die Theilung eines Körpers in ungleichartige Beſtandtheile, z. B. des Zinnobers in Queckſilber und Schwefel. Sie wird der Zertrennung oder mechaniſchen Theilung entgegengeſetzt, welche von dem Körper blos nebeneinander liegende und mit dem Ganzen gleichartige Theile abſondert, ſ. **Theile der Körper.**

Die Zerlegung der Körper iſt das Geſchäft der Chymie, welche ſich hiezu theils des Feuers, theils anderer Stoffe bedient, die durch ihre ſtärkere Verwandſchaft irgend einen Beſtandtheil des Körpers von den übrigen trennen, und dadurch den Körper ſelbſt zerſetzen, ſ. **Verwandſchaft.** Hierauf beruhen die chymiſchen Mittel der Zerlegung, das Auflöſen und Niederſchlagen, das Schmelzen, Abrauchen, Deſtilliren, Sublimiren, wobey ſehr oft nicht blos Zerlegungen, ſondern auch neue Zuſammenſetzungen vorgehen.

Zerlegung der Kräfte und Bewegungen, Reſolutio virium et motus, *Décompoſition des forces et du mouvement.* So, wie ſich ſtatt zwoer Kräfte, die auf einen Körper zugleich wirken, oder ſtatt zwoer Bewegungen, die ihm zugleich mitgetheilt werden, allemal eine ein-

zige dritte angeben läſt, die allein eben das bewirkt, was die beyden vorigen zuſammen hervorbrachten, ſ. **Zuſammenſetzung der Kräfte und Bewegungen;** ſo kan man ſich auch umgekehrt ſtatt einer Kraft, die auf den Körper wirkt, oder ſtatt einer Bewegung deſſelben, zwo andere gedenken, welche zuſammen auf ihn gleiche Wirkung mit jener thun würden. Man kan nach Erfordern der Umſtände noch weiter gehen, und ſich ſtatt einer dieſer Kräfte oder Bewegungen wiederum zwo andere von gleicher Wirkung gedenken u. ſ. w. Dieſe ſehr brauchbare und an wichtigen Folgen ungemein reiche Vorſtellung wird mit dem Namen der **Zerlegung der Kräfte und Bewegungen** bezeichnet.

Der Satz, auf welchen ſich alle ſolche Zerlegungen gründen, iſt folgender: **Wenn MC (Taf. XXVII. Fig. 95.) die Richtung einer gewiſſen Kraft vorſtellt, und man um dieſe Linie, als eine Diagonale, ein Parallelogramm MVTC beſchreibt, ſo kan man ſich die angenommene Kraft vorſtellen, als wäre ſie aus zwo Kräften zuſammengeſetzt, deren Richtungen MT, MV, wären, und deren Größen ſich zur Größe der angenommenen Kraft, wie dieſe Linien zu MC, verhielten.** Weil man das Parallelogramm MVTC auf unendlich verſchiedene Arten zeichnen kan, ſo läſt ſich jede Kraft auf unzähliche Arten in zwo andere zerlegen.

Der Satz ſelbſt iſt eine bloße Umkehrung des Satzes von zuſammengeſetzten Kräften, vermöge deſſen Kräfte, deren Größen und Richtungen durch die Linien MT, MV ausgedrückt werden, auf den Punkt M zuſammen, eben ſo, wie eine Kraft von der Größe und Richtung der Linie MC, der Diagonale des Parallelogramms MVTC, wirken. Dieſen Satz haben einige als Grundſatz, oder auch als Erfahrungsſatz angeſehen, und durch Verſuche beſtätiget, welche eigentlich nur die zuſammengeſetzte Bewegung betreffen; aber Herr Käſtner (Vectis et compoſitionis virium theoria evidentius expoſita. Lipſ. 1754. 4.) hat einen ſcharfen Beweis deſſelben auf die Theorie des Hebels gegrün-

det, ſ. Zuſammenſetzung der Kräfte. Dieſem Satze gemäß iſt es nun gleichgültig, ob auf M die Kraft MC allein, oder die beyden MT, MV zuſammen wirken; und wie ſich jene erſte ſtatt der letztern ſetzen läſt, ſo laſſen ſich auch umgekehrt die beyden letztern allemal ſtatt jener erſten ſetzen.

Man kan fortfahren, MV wieder in MO und MR zu zerlegen, ſo iſt dadurch die erſte Kraft MC in drey andere MT, MO, MR zerlegt, u. ſ. w.

Dies alles gilt auch von **Bewegungen**, die durch gleiche Zeiten dauren. Denn da ſich ſolche nach eben dem Geſetz, wie die Kräfte, zuſammenſetzen laſſen, ſo laſſen ſie ſich auch nach eben demſelben zerlegen. Wenn nun hiebey die Bewegungen gleichförmig ſind, ſo verhalten ſich die Räume MC, MT, MV, welche in einerley Zeit durchlaufen werden, wie die Geſchwindigkeiten. Alſo gelten die Sätze auch von den **Geſchwindigkeiten**, und man kan die Geſchwindigkeit nach MC in zwo andere nach MT, MV u. ſ. w. zerlegen, die ſich zu jener, wie die genannten Linien, verhalten.

In dieſer ganzen Lehre heißt die zerlegte MC allemal die **mittlere Kraft**, Bewegung oder Geſchwindigkeit, die, in welche ſie zerlegt wird, zuſammen die **äuſſern**.

Man nenne die mittlere Kraft MC = p; ſie ſoll in zwo äuſſere zerlegt werden, welche mit ihrer Richtung die Winkel o und u machen. Weil MVCT ein Parallelogramm ſeyn muß, ſo liegen bey C die den vorigen gleichen Wechſelswinkel u und o; auch ſind die Nebenwinkel von T und von V beyde = o + u, daher ſin T = ſin V = ſin (o + u). Nun iſt in den Dreyecken MTC und MVC,

$$\sin T : MC = \sin u : MT \text{ und } \sin V : MC = \sin o : MV$$

daher ſind die äuſſern Kräfte

$$MT = p \cdot \frac{\sin u}{\sin(o+u)} \text{ und } MV = p \cdot \frac{\sin o}{\sin(o+u)}.$$

Beyde verhalten ſich unter einander, wie ſin u : ſin o, d. i. umgekehrt, wie die Sinus der anliegenden Winkel.

Will man eine Kraft in zwo andere zerlegen, deren Richtungen auf einander ſenkrecht ſind, ſo iſt o + u = 90°, ſin o + u = 1 und ſin u = coſ o; daher für dieſen Fall

MT = p . coſ o; MV = p . ſin o.

Jede äuſſere Kraft verhält ſich zur andern, wie der Coſinus des Winkels ihrer Richtung mit der Richtung der mittlern zum Sinus dieſes Winkels; zur mittlern, wie eben dieſer Coſinus zum Sinustotus.

Die Anwendungen dieſer Sätze ſind unzählbar, und erſtrecken ſich über den ganzen Umfang aller mechaniſchen Wiſſenſchaften. So wird nach Taf. XXI. Fig. 129. die Wirkung der Kraft L auf die Ebne AB, nach der ſchiefen Richtung PM, ſo beſtimmt, daß man ſie in die beyden äuſſern Kräfte oder Theile NM = L . coſ o und PN = L . ſin o zerlegt, wovon jener ſenkrecht und ganz, dieſer gar nicht auf die Fläche ſelbſt wirkt, ſ. **Schiefe Ebne** (Th. III. S. 834). Wenn eine Kraft A mehrern andern B, C, D, entgegenwirkt, ſo zerlegt man A in eben ſo viel andere b, c, d, welche in den Richtungen von B, C, D, liegen: wenn alsdann alles im Gleichgewichte ſeyn ſoll, ſo müſſen die b, c, d, den B, C, D gleich und entgegengeſetzt ſeyn. Wenn mehrere Kräfte, auf welche Art es immer ſey, ſo zuſammen wirken, daß ſie zum Theil einander aufheben, ſo zerlegt man ſie in zweyerley Theile ſo, daß einige derſelben ſich völlig aufheben, die übrigen mit einander parallel wirken, und ſich nach eben der Richtung ohne wechſelſeitige Störung zu einer Summe verbinden. Dieſer Methode hat ſich d'Alembert in ſeiner Dynamik mit vielem Vortheile bedient; auch findet man ein Beyſpiel davon beym Worte **Perturbationen** (Th. III. S. 441. 442).

Zerreiblich, Friabile, *Friable.* So nennt man einen Körper, wenn er ſich durch ſehr geringe Kraft in ungemein feine Theile zertrennen läſt, z. B. wenn man ihn durch gelindes Reiben zwiſchen den Fingern in ein feines Pulver verwandlen kan. Es wird hiezu erfordert, daß der Zuſammenhang aller Theile, ſelbſt der feinſten, ſehr ſchwach und durchaus gleichförmig ſey. Iſt dieſe Gleich-

förmigkeit des Zuſammenhangs nicht vorhanden, ſo trennen ſich nur gröbere Theile oder Stücken ab, die aus feinern ſtärker zuſammenhängenden beſtehen, und der Körper heißt nur zerbrechlich, nicht zerreiblich, ſ. Zerbrechlich. Beyſpiele zerreiblicher Körper ſind Kreide, Gyps, calcinirte Knochen u. ſ. w.

Zerſetzung, ſ. Zerlegung.

Zerſtreuung des Lichts in Farben, ſ. Farbenzerſtreuung.

Zerſtreuungspunkt, ſ. Brennpunkt.

Zerſtreuungsraum, ſ. Brennraum.

Zimmer, verfinſtertes, dunkle Kammer, Camera obſcura, *Chambre noire ou obſcure.* Dieſen Namen giebt man in den optiſchen Wiſſenſchaften jedem eingeſchloßenen Raume, in welchen kein Licht von auſſen anders, als durch eine einzige ſehr enge Oefnung, einfallen kan. Die Wirkung einer ſolchen Veranſtaltung iſt, daß ſich die äuſſern Gegenſtände, wenn ſie ſtark genug erleuchtet ſind, auf der der Oefnung gegenüberſtehenden Wand oder auf einem dagegen gehaltenen Papiere, mit ihren natürlichen Farben in umgekehrter Stellung abbilden.

Dieſe Wirkung wird aus folgenden Betrachtungen begreiflich werden. Taf. XXVII. Fig. 96. ſey ABCD ein eingeſchloßner Raum, in welchen blos durch das Loch E Licht einfallen kan. Das Loch muß ſo klein ſeyn, daß es faſt für einen einzigen Punkt angenommen werden kan. Unter dieſer Vorausſetzung ſendet jeder Punkt des erleuchteten Gegenſtandes FG nur einen einzigen Lichtſtral durch E, welcher die gegenüberſtehende Wand DC trift. So erhält jeder Punkt der Wand nur Licht von einem einzigen Punkte des Gegenſtands, der mit ihm und E in gerader Linie liegt, z. B. f von F, g von G. Da nun jeder Punkt, der Licht bekömmt, der Erfahrung gemäß wieder Licht von ſich ſendet, ſo wird ein Auge, das die Wand DC betrachtet, von jedem Punkte derſelben Licht bekommen, das von einem beſtimmten Punkte des Gegenſtands FG kam.

Es wird alſo eben dieſelbe Empfindung haben, als ob es den zugehörigen Punkt des Gegenſtandes ſelbſt ſähe. So wird F in f, und G in g erſcheinen; es wird ſich ein Bild des Gegenſtandes (mit deſſen natürlichen Farben, wenn die Wand weiß iſt) zeigen, und zwar ein umgekehrtes, weil beym Durchkreuzen in E die obern Stralen herunter, und die von der rechten Seite auf die linke kommen.

Wenn man alſo ein Zimmer durch Verſchließung der Fenſter mit Laden vor allem Lichte verwahret, und nur in dem einen Laden eine kleine runde Oefnung läſt, ſo mahlen ſich gegenüberſtehende genugſam erleuchtete Häuſer, Bäume, Menſchen u. ſ. w. verkehrt an der Wand ab, und die Bilder werden deſto größer, je weiter die Wand von der Oefnung abſteht.

Dies ſetzt jedoch voraus, die Oefnung E ſey ein bloßer Punkt. Bey der Anwendung ſelbſt iſt dies nicht möglich; denn da der Laden, um das Licht abzuhalten, eine gewiſſe Dicke haben muß, ſo muß das Loch, das in denſelben cylindriſch eingebohrt wird, einen dieſer Dicke gemäßen Umfang bekommen. Wäre es allzueng, ſo würden die Lichtſtralen nicht durchgehen, ſondern an die innern Wände des Lochs anſtoßen, und daſelbſt aufgefangen werden. Man muß alſo vielmehr die Oefnung E als einen Cylinder betrachten, deſſen innere Grundfläche ein kleiner Kreis iſt. In dieſem Falle ſendet der Punkt F nicht blos den einzigen Lichtſtral Ff, ſondern den ganzen Stralenkegel F$v\varphi$ hindurch, und verbreitet das Licht, das er der Wand giebt, durch einen kreisförmigen Raum vom Durchmeſſer $v\varphi$. So vermiſcht ſich auf einerley Punkte der Wand Licht von mehrern Punkten des Gegenſtandes zugleich, wie z. B. auf h Licht von allen den Punkten fällt, die zwiſchen H und I liegen. Hieraus entſteht Undeutlichkeit des Bildes. Jeder Punkt des Gegenſtands breitet ſein Bild, welches auch ein Punkt ſeyn ſollte, durch einen ganzen Kreis aus; dieſe Kreiſe greifen in einander, vermiſchen ihre Farben und machen die Umriſſe verworren und unbeſtimmt. Bey dem allen bleiben die Bilder noch deutlich genug, ſo lang nur die Oefnung E nicht allzugroß iſt.

Geſetzt aber, es würde bey E ein ganzes Fenſter geöfnet, ſo wird jeder Punkt, wie F, auf die Wand eine Stralenpyramide ſenden, von der das Fenſter einen Durchſchnitt ausmacht. Jeder Punkt wird nun ſein Licht auf der Wand durch die ganze Grundfläche dieſer Pyramide verbreiten. Jeder Punkt der Wand wird in unzählbaren ſolchen Grundflächen zugleich liegen, und Licht von unzählbaren Punkten des Gegenſtands zugleich erhalten, und ins Auge ſenden. Unter dieſen Umſtänden kan er dem Auge nicht mehr das Bild eines einzigen Punktes darſtellen, und in der Seele nicht mehr die reine unvermiſchte Empfindung einer beſtimmten Stelle des Gegenſtandes erwecken. Vielmehr bringen jetzt alle Punkte der Wand Licht ins Auge, das ſie von unzählbaren Stellen der Gegenſtände zugleich erhalten haben, und zeigen dadurch blos Licht oder Erleuchtung, wodurch die Wand ſelbſt ſichtbar wird, aber nicht mehr Bilder der Gegenſtände zeigt.

Man kan ſich eben dieſes auch noch ſo vorſtellen. Taf. XXVII. Fig. 97. würden drey Oefnungen übereinander im Laden KL, wie a, b, c, drey umgekehrte Bilder des Gegenſtandes FG geben. Oefnete man aber das ganze Fenſter KL, daß ſtatt dreyer Punkte a, b, c, nun unzähliche Punkte offen würden, ſo entſtünden auf der Wand DC, unzähliche Bilder, die überall auf einander lägen, mit ihren Grenzen in einander eingriffen, ſich vermiſchten, und ſo überhaupt nichts beſtimmtes, ſondern nur Licht, zeigten. So werden die Wände durch große Oefnungen blos erleuchtet; durch kleine hingegen entwerfen ſich ſo viel Bilder der äuſſern Gegenſtände, als Oefnungen ſind, und jedes Bild iſt deſto deutlicher, je kleiner die Oefnung iſt, durch die es entſtehet.

Wenn man in das Loch ein erhaben geſchliffenes Glas einſetzt, ſo werden die Bilder weit lebhafter; denn nunmehr vereiniget das Glas alle diejenigen Stralen in einerley Punkte der Wand, die aus einem Punkte des Gegenſtands auf ſeine ganze Fläche fallen, ſ. Linſengläſer. Soll hiebey die gehörige Deutlichkeit ſtatt finden, ſo muß die Wand vom Glaſe genau um die Vereinigungsweite ab-

ſtehen, welche für ſehr entfernte Gegenſtände der Brennweite gleich iſt, für nähere aber immer größer wird. Stehen alſo die abgebildeten Dinge in ſehr verſchiedenen Entfernungen vom Glaſe, ſo können ſie ſich nicht alle zugleich deutlich abbilden. Man muß alsdann das Bild mit einem beweglichen Schirme auffangen, oder die Glaslinſe verſchieben, oder auch ſtatt eines Glaſes zwey gebrauchen, deren Abſtand von einander ſich ändern läſt. Durch dieſe Mittel kan man der Vorrichtung für jede Entfernung des Gegenſtandes diejenige Stellung geben, bey welcher das Bild vollkommen deutlich und zugleich weit lebhafter, als ohne Hülfe des Glaſes, wird.

Man kan dieſe Camera obſcura mit dem Converglaſe die dioptriſche nennen, und von der optiſchen unterſcheiden, bey der die Stralen blos durch eine kleine Oefnung ohne Glas einfallen.

Dieſe lehrreiche, nützliche und unterhaltende Vorrichtung ward um die Mitte des ſechszehnten Jahrhunderts von dem Neapolitaner Johann Baptiſta Porta erfunden, einem Gelehrten, der vielen Fleiß auf die Naturwiſſenſchaften verwendete, und ſich ſowohl durch Reiſen, als vermittelſt eigner Verſuche ſo gründlich zu unterrichten ſuchte, als es nach den Umſtänden der damaligen Zeit möglich war. Sein Haus ward von allen geſchickten Männern zu Neapel fleißig beſucht; auch errichtete er eine eigne Academia degli arcani, deren Mitglieder verbunden waren, unbekannte und zugleich nützliche Nachrichten und Erfindungen mitzutheilen, deren Verſammlungen aber vom römiſchen Hofe bald verboten wurden. Hiedurch verſchafte er ſich den Stof zu ſeinem merkwürdigen Werke (*I. B. Portae* ſ. *della Porta* Magiae naturalis ſ. de miraculis rerum naturalium libri IV. Neap. 1558. fol. und nach mehrern Ausgaben ſehr vermehrt in 20 Büchern Neap. 1589. fol.; nachher auch Rothomagi, 1650. 8. und Amſt. 1664. 12.), wo die Beſchreibung des verfinſterten Zimmers im ſiebzehnten Buche der vermehrten Ausgaben vorkömmt.

Porta ſagt daſelbſt, daß ſich durch ein kleines Loch im Fenſterladen alle äuſſern Gegenſtände auf einer dagegen ge-

haltenen Fläche mit ihren Farben abmalen, und durch ein in die Oefnung geſtelltes Converglas noch deutlicher werden, ſogar daß man die Geſichtszüge der Perſonen erkennen könne. Man habe ſich bemüht, die Bilder aufrecht darzuſtellen; ſie wären aber dadurch dunkel geworden und hätten alle Schönheit verlohren. Man könne mit Hülfe dieſes verfinſterten Zimmers die genauſten Abzeichnungen von Menſchen und andern Dingen machen, und die Sonnenfinſterniſſe ſehr bequem beobachten. Er nahm auch ſtatt natürlicher Gegenſtände kleine gemalte Bilder, die er nahe an den Brennpunkt des Linſenglaſes ſo ſtellte, daß ſie von der Sonne erleuchtet wurden. Dieſe Bilder, verkehrt geſtellt, erſchienen im dunkeln Zimmer aufrecht und vergrößert. Da er ihnen allerhand Bewegungen geben konnte, ſo ſtellte er auf dieſe Art Jagden, Schlachten u. d. gl. vor — ein Kunſtſtück, das in den damaligen Zeiten der Unwiſſenheit übernatürlich ſchien. Man bediente ſich dieſer Art von Vorſtellungen lange Zeit zur Beluſtigung, bis **Kircher** dadurch auf die Erfindung der Zauberlaterne kam, die eben dieſes bey Nacht bequemer nnd ſchicklicher leiſtet, ſ. **Zauberlaterne**.

Auch ward Porta durch die Verſuche im dunkeln Zimmer überzeugt, daß das Sehen durch etwas entſtehe, das von auſſen ins Auge kömmt, und nicht durch Stralen, die vom Auge ausfließen. Die Aehnlichkeit zwiſchen der Entſtehung der Bilder im Auge und im verfinſterten Zimmer iſt auch in der That ſo auffallend, daß ſie jedermann bemerken und überzeugend finden muſte. Doch irrte Porta noch darinn, daß er den Stern im Auge mit der Oefnung, und die Kryſtallinſe mit der Wand verglich, auf welche ſich die Bilder malen. Erſt **Kepler** zeigte richtig, daß die Kryſtallinſe das Glas, und die Netzhaut die Wand vorſtelle, ſ. **Auge** (Th. I. S. 193.).

Zum bequemern Gebrauch, beſonders bey Abzeichnung der Gegenſtände, hat man nachher die dunkle Kammer **tragbar** gemacht (Camera obſcura portatilis). Anſtatt ein ganzes Zimmer zu verfinſtern, gebraucht man einen tragbaren Kaſten, aus dem ſoviel möglich alles Licht aus-

geſchloſſen wird, bis auf dasjenige, ſo das Bild der Sache mit ſich führt. Man kan davon verſchiedene Arten angeben, dergleichen Hertel (Vollſtänd. Anweiſung zum Glasſchleifen. Halle, 1716. 8.), Doppelmayr (Weitere Eröfnung der Bionſchen mathematiſchen Werkſchule. Nürnberg, 1717. 4. S. 37.), Briſſon u. a. beſchreiben. Ich begnüge mich, hier eine der gewöhnlichſten vorzuſtellen.

Taf. XXVII. Fig. 98. ſind CDHG und IKLM zween übereinander geſtellte hohle Kaſten, der untere inwendig ſchwarz angeſtrichen. Der obere kleinere iſt bey GH offen, um das Licht von den Gegenſtänden AB einzulaſſen. In ſeiner Diagonalfläche ſteht der Planſpiegel GD unter einem Winkel von 45° gegen den Horizont geneigt. Im Boden befindet ſich ein kurzes Rohr mit dem erhabenen Linſenglaſe EF. Der Spiegel wirft den Lichtſtral, der von A horizontal auf ſeine Mitte fällt, lothrecht in der Axe des Glaſes nach a, und einen andern, der von B kömmt, durch des Glaſes Mitte ungebrochen nach b. Wenn nun der Boden des untern Kaſtens LM vom Glaſe um die gehörige Vereinigungsweite entfernt iſt, ſo kommen alle Stralen, die von A aufs Glas fallen, auf dem Boden in a, und alle, die von B kommen, in b zuſammen, und wenn man ein Reißbret mit weißem Papiere beſpannt dahin legt, ſo entwirft ſich auf ſelbigem das Bild ab. Die Seite KM iſt durch einen Deckel von Wachstuch NO verſchloſſen, den man aufheben kan, um das Auge und die Hand in den innern Raum zu bringen, und ſo das entworfene Bild, das ſich von dieſer Seite aufrecht darſtellt, abzuzeichnen. Wegen der verſchiedenen Entfernung der Gegenſtände kan die Linſe EF in ein engeres Rohr eingeſetzt werden, das ſich in dem weitern verſchieben, und nach Erfordern in andere Abſtände vom Boden LM bringen läſt.

Wenn der Planſpiegel in die andere Diagonalfläche CH ſo geſtellt wird, daß er die Spiegelfläche nach oben kehret, ſo wirft er die Stralen aufwärts; nun kan das Glas und der Kaſten IKLM über CDGH geſtellt, und das Bild ab an der Decke des Kaſtens mit einem mattgeſchliffenen Glaſe oder einem in Oel getränkten Papiere aufge-

ſangen werden, woran es ſich, weil dieſe Materien durchſcheinend ſind, auf der obern Seite ebenfalls darſtellt, alſo bequem von auſſen betrachtet und abgezeichnet werden kan. Dieſe tragbaren dunklen Kammern werden von den Künſtlern häufig gebraucht, um Landſchaften und Ausſichten nach der Natur zu zeichnen, oder auch genaue Abbildungen von einzelnen Dingen zu verfertigen, ſo wie ſich **Cheſelden** derſelben bedient hat, um richtige anatomiſche Zeichnungen der Knochen zu machen.

Inzwiſchen erinnert hiebey Herr **Büſch** (Encyklopädie der mathematiſchen Wiſſenſchaften. Hamburg, 1775. 8. S. 118.), die im Ganzen nützliche Camera obſcura könne doch den Maler verführen, indem der, der ſich blindlings daran halte, wirklich ſchlecht zeichne, und das Auge nicht gehörig täuſche. Die Camera obſcura entwerfe die Objecte blos nach dem Verhältniſſe der Geſichtswinkel; die Seele aber beurtheile das Geſehene nicht nach den Geſichtswinkeln allein, ſondern zugleich nach andern Datis. Wer alſo richtig zeichnen wolle, müſſe die Gegenſtände nicht ſo ausführen, wie ſie ſich in der Camera obſcura entwerfen, ſondern ſo groß, wie ſie der Seele nach ihrem aus allen Datis zuſammen beſtimmten Urtheile vorkommen. Er müſſe das Bild blos nützen, die Lage und Ordnung der Objecte zu beſtimmen; nachher müſſe er die Natur ſelbſt ſtudiren, um ihr das Bild in allem ähnlich zu machen. Herr **Klügel** ließ in der Camera obſcura eine Anzahl kleiner Gärten mit einer dahinter liegenden Reihe hoher Häuſer ſich abbilden. Dabey ſchien alles dicht hinter einander zu liegen, die Häuſer viel zu nahe, zu deutlich in den kleinen Theilen, z. B. den Dachziegeln, zu lebhaft in den Farben, und wie es ihm vorkam, auch zu groß. Das Helldunkle des Baumſchlags hingegen fiel ſehr natürlich aus.

Einzelne Gegenſtände abzubilden, bleibt die Camera obſcura immer ein ſehr brauchbares Werkzeug. Will man dabey ſtarke Vergrößerungen haben, ſo läſt ſie ſich leicht mit dem Sonnenmikroſkop verbinden, ſ. Sonnenmikroſkop (oben S. 101.)

Sehr angenehme Darſtellungen verſchaft die Vorrichtung, welche Taf. XXVII. Fig. 99. vorgeſtellt wird. In dem Kaſten ABCD iſt in die Seite DC ein erhabnes Glas E eingeſetzt, durch welches Stralen von den äuſſern Gegenſtänden einfallen. In der Diagonalfläche AC ſteht ein Planſpiegel, oder auch ein Hohlſpiegel, deſſen Ebne oder Sehne mit dem Horizonte einen Winkel von 45° macht. Durch Glas und Spiegel zuſammen, wird inwendig im Kaſten ein Bild entworfen, welches horizontal liegt, wenn der Gegenſtand ſelbſt aufrecht ſteht. Dieſes Bild wird aber nicht, wie in der Camera obſcura, mit einer Wand aufgefangen, ſondern, wie im Fernrohre, von dem Auge O durch das in der Seite AD befindliche erhabne Glas F betrachtet. Wer ſich alſo hinter AB ſtellt, und den Kopf über AD beugt, ſieht das Bild aufrecht. So wirkt dieſes Werkzeug eigentlich, wie ein Fernrohr aus zwey Gläſern, deſſen Axe durch den Spiegel gebrochen iſt. Man bedient ſich deſſelben, um Gegenſtände, die man gewöhnlich aufrechtſtehend nach dem Horizonte hin anſehen muß, von oben her und liegend zu betrachten, welches beſonders für den Portraitmaler viel Bequemlichkeit hat. Weil man hiebey keine Vergrößerung verlangt, ſo kan man den Gläſern große Oefnungen geben, wodurch die Darſtellung ſehr licht und hell wird. Daher geben die Künſtler dieſem Werkzeuge den Namen der **hellen** oder **lichten Kammer** (Camera lucida). Braucht man für AC einen Hohlſpiegel, ſo kan das Glas E ganz wegfallen, und die Oefnung bey E frey bleiben.

Käſtner Anfangsgründe der Optik. Dritte Aufl. Göttingen, 1780. 8. §. 26 u. f.

Smith's vollſtändig. Lehrbegrif der Optik, durch Käſtner. Altenburg, 1755. 4. III. B. Cap. 13.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel. Leipzig, 1776. gr. 4. S. 31 u. 519.

Briſſon Dictionn. raiſ. de Phyſ. Art. *Chambre noire.*

Zink, Spiauter, Conterfeit, Zincum, *Zinc.* Dieſen Namen führt ein bläulichweiſſes Metall, das zwiſchen den ſpröden und dehnbaren das Mittel hält, und

daher ehedem zu den ſogenannten Halbmetallen gerechnet ward, ſ. Halbmetalle. Es läſt ſich nicht, wie die übrigen Halbmetalle, unter dem Hammer pülvern; vielmehr kan man es zu Drathe drehen und zu Blechen walzen, wiewohl ſeine Feſtigkeit nicht groß iſt, und eine Stange von $\frac{17}{100}$ Zoll Dicke nach Muſſchenbroek ſchon von 76 — 83 Pfunden Gewicht zerreißt. Das eigenthümliche Gewicht des reinen Zinks iſt 6,862 mal größer, als das Gewicht des Waſſers. Der im Handel vorkommende Zink enthält Bley, der goslariſche etwas mehr, als der oſtindiſche; daher gehen die Gewichte dieſer Sorten von 7,065 bis 7,240.

Der Zink ſchmelzt noch vor dem Glühen in einer Hitze von ohngefähr 700 Grad nach Fahrenheit. Stark erhitzt wird er ſo ſpröde, daß man ihn nun im Mörſer pülvern kan. Im Fluße, und wenn er nicht glüht, überzieht ſich ſeine Oberfläche durch den Zutritt der Luft mit einem weißgrauen Kalke, durch deſſen Hinwegnehmung nach und nach der ganze Zink mit $\frac{17}{100}$ Gewichtszunahme in Kalk verwandelt werden kan. Dieſer Kalk läſt ſich mit etwa $\frac{1}{8}$ Kohlenſtaub ſehr leicht zu Metall reduciren.

Der bis zum Glühen erhitzte Zink bricht an der Luft in eine überaus lebhafte und glänzende Flamme aus, die an Schönheit, Farbe und Geruch faſt der Flamme des Phosphorus gleicht, daher auch de Laſſone, Wenzel u. a. eine Gegenwart des Phosphorus im Zink angenommen haben. Die Verbrennung erfolgt mit großer Heftigkeit, und treibt einen weißen Rauch auf, der ſich zu leichten in der Luft herumfliegenden Flocken verdichtet. Wenn man dieſe Flocken auffängt, ſo erhält man die **Zinkblumen** oder die **philoſophiſche Wolle** (flores Zinci, nihilum album, pompholyx), einen ungemein lockern und weißen Kalk, der ſich ſehr feuerbeſtändig zeigt, mithin nur durch die Heftigkeit der Verbrennung ſeiner großen Feinheit halber mechaniſch fortgeriſſen wird. Die Gewichtszunahme bey der Verwandlung des Zinks in Blumen, ſteigt nach Herrn Abich (ſ. Crells neuſte Entdeckungen Th. IV. S. 69.) auf 25 Procent. Auch die Verpuffung des Zinks mit dem Sal-

peter iſt ſehr lebhaft, und wird wegen der Weiſſe und des Glanzes ihrer Flamme in der Feuerwerkerey häufig gebraucht.

Luft und Waſſer verändern den Zink wenig oder gar nicht: wenn aber Waſſerdämpfe über glühenden Zink gehen, ſo geben ſie nach **Lavoiſiers** und **Meusniers** Entdeckungen brennbare Luft, und der Zink wird verkalkt.

Die Säuren wirken alle auf den Zink, und löſen ihn und ſeine Kalke auf. Die Auflöſung in verdünnter Vitriolſäure entwickelt, mit Hitze und Aufbrauſen, eine große Menge ſehr leichter brennbarer Luft. Sie iſt nach dem Durchſeihen klar und farbenlos, und ſchießt in der Kälte zu Kryſtallen an, welche den **weißen Vitriol** oder **Zinkvitriol** ausmachen, ſ. **Vitriol**. Die Salpeterſäure löſet den reguliniſchen Zink mit ungemeiner Heftigkeit, Hitze und Entwickelung vieler Salpeterluft auf; die Auflöſung giebt durchs Abrauchen den **Zinkſalpeter**. Bey der Auflöſung des Zinks in Salzſäure entwickelt ſich brennbare Luft, und es fallen ſchwarze Flocken nieder, die noch nicht genug unterſucht ſind. Dieſe Auflöſung läſt ſich nicht kryſtalliſiren, liefert aber durch die Deſtillation eine dickflüßige **Zinkbutter**, die man auch ſogleich durch dephlogiſtiſirte Salzſäure und Zink erhalten kan. Auch die ätzenden Laugenſalze greifen den Zink und ſeine Kalke an.

Schwefel und Schwefelleber hingegen verbinden ſich nicht mit dem reguliniſchen Zinke, den man daher durch Zuſammenſchmelzen mit Schwefel von andern Metallen reinigen kan. Es muß aber dabey der Tiegel bedeckt werden, um die Verkalkung zu verhüten, weil nach den Verſuchen des Herrn **Dehne** (in **Crells** chem. Journal. Th. VI. S. 49. und chem. Annalen 1787. B. 1. S. 7.) der verkalkte Zink ſich mit dem Schwefel vereiniget.

Der Zink läſt ſich mit den meiſten andern Metallen zuſammenſchmelzen, und giebt ihnen mehr Sprödigkeit: doch iſt ſeine Vereinigung mit Bley, Wismuth, Eiſen, Arſenikkönig und Nickelkönig ſehr ſchwer zu bewirken, vielleicht bey einigen dieſer Metalle ganz unmöglich. Mit dem Queckſilber amalgamirt er ſich leicht im Schmelzen,

ſ. Amalgama, elektriſches. Die nützlichſte Verſetzung des Zinks iſt die mit Kupfer, womit er ſich im Fluße leicht vereiniget, wenn man nur dabey ſein Verbrennen verhütet. Das Kupfer wird dadurch gelb gefärbt, verliert nicht viel von ſeiner Geſchmeidigkeit, wird dagegen leichtflüßiger, und mehr gegen den Roſt geſichert, und erhält nach der verſchiedenen Menge des zugeſetzten Zinks die Namen Meſſing, Tombak, Prinzmetall, Pinſchbeck, Similor; ſ. **Kupfer, Meſſing.**

Der Zink iſt in einer großen Anzahl verſchiedener Erze mit vielen andern Metallen vereiniget. So findet man ihn z. B. im rammelsberger Bleyerze und in den meiſten Eiſenerzen. Als eigentliche Zinkerze betrachtet man den Galmey, der durch Luftſäure verkalkt und mit eiſenſchüßigem Thone gemengt iſt, und die Blende, ein ſchweflichtes ſehr gemeines Erz, das auſſer dem Zink ſtets Eiſen und noch mehrere Metalle enthält. Den Galmey braucht man nur zur Bereitung des Meſſings, und nicht zu Gewinnung des Zinks ſelbſt, wozu die Arbeit in verſchloßnen Gefäßen müſte unternommen werden. Der oſtindiſche Zink wird vielleicht aus einem eignen Erze erhalten, in Europa ſammlet man blos den Zinkgehalt nebenbey aus Bearbeitungen der Erze anderer Metalle.

Der vornehmſte Nutzen des Zinks beſteht in ſeinem Gebrauche zur Bereitung des Meſſings und vieler andern Compoſitionen. **Malovin** (Mém. de l'acad. de Paris, 1742. 1743.) hat ſtatt der Verzinnung der Küchengeſchirre eine Verzinkung derſelben vorgeſchlagen, welche wegen der Strengflüßigkeit des Zinks dauerhafter und keiner Bleyverfälſchung unterworfen ſeyn würde. Es iſt aber dabey zu bedenken, daß ſich der Zink ſehr leicht, ſelbſt in ſchwachen Pflanzenſäuren, auflöſet, und alsdann Uebelkeiten und Erbrechen verurſacht. In der Arzneykunde werden aus dem Zinkvitriol und den Zinkblumen Brechmittel bereitet, die letztern auch äuſſerlich als ein trocknendes, reinigendes und ſtärkendes Mittel, vorzüglich in Augenkrankheiten, gebraucht.

Macquer chym. Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Zink.
Gren ſyſt. Handbuch d. geſ. Chemie, II. Th. 2 B. §. 2973 u. f.

Zinn, Stannum, *Etain.* Ein im Feuer nicht beſtändiges, ziemlich dehnbares Metall, von einer ſtark glänzenden weiſſen Farbe, die aber doch dunkler, als die des Silbers iſt. Es iſt nach dem Bleye das weichſte und am wenigſten elaſtiſche unter allen Metallen, hat auch keine beträchtliche Zähigkeit, indem ein Zinnfaden von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmeſſer nach Muſſchenbroek ſchon von $49\frac{1}{2}$ Pfund Gewicht zerreißt. Wenn man es beugt, oder zwiſchen den Zähnen drückt, ſo hört man ein ihm eignes Knirſchen (ſtridor ſtanni, *cri de l'étain*); auch hat es gerieben oder erhitzt einen eigenthümlichen Geruch und widrigen Geſchmack.

Seine ſpecifiſche Schwere iſt gering, und geht in den verſchiedenen Sorten deſſelben von 7,180 bis 7,264, die des Waſſers = 1 geſetzt. Das verkäufliche Zinn iſt ſelten rein, und mit andern Metallen, am gewöhnlichſten mit Bley, vermiſcht, daher etwas ſchwerer.

Es iſt ſehr leichtflüßig, und ſchmelzt ſchon bey 420 Grad nach Fahrenheit lange vor dem Glühen. Beym Zutritte der Luft überzieht es ſich im Fluße mit einem Häutchen von grauem Kalk, der Zinnkrätze (*craſſe de l'étain*), in welche ſich nach und nach das ganze Zinn mit 10 Procent Gewichtszunahme verwandelt. Dieſe kan ſehr leicht wiederhergeſtellt werden, giebt aber durch fortgeſetztes Ausglühen die weißere und ſtrengflüßigere Zinnaſche (cineres ſtanni, *cendres de l'étain*), welche zur Baſis der weißen Email dienet, weil ſie ſich nicht bis zur Durchſichtigkeit verglaſet. Dieſe iſt weit ſchwerer zu reduciren, und wird zum Poliren der Gläſer und Metallſpiegel gebraucht. In ofnen Gefäßen bis zum Glühen erhitzt brennt das Zinn endlich mit einer kleinen hellweißen Flamme, und giebt einen weißen Dampf, der ſich als ein glänzender nadelförmiger Kalk anlegt. Die Dämpfe, welche bey den Verkalkungen des Zinns aufſteigen, haben einen knoblauchartigen Geruch.

Luft und Waſſer benehmen zwar der Oberfläche dieſes Metalls nach und nach ihren Glanz; aber der leichte Roſt, welcher ſich daran erzeugt, bleibt doch immer nur dünn, und greift nie tief in die eigentliche Maſſe.

Das reguliniſche Zinn wird von allen Säuren angegriffen; der Kalk deſſelben aber deſto ſchwerer, je mehr er dephlogiſtiſiret iſt. Die Vitriolſäure muß, um Zinn aufzulöſen, concentrirt ſeyn und durch Wärme unterſtützt werden. Salpeterſäure wirkt ſehr heftig auf das Zinn, und entwickelt daraus mit Aufbrauſen und Hitze viele Salpeterluft. Sie zerfrißt aber vielmehr das Metall zu einer weißen Zinnaſche, als daß ſie es eigentlich auflöſen ſollte. Die Salzſäure löſet es ſehr wohl auf, entwickelt Dämpfe, welche nach Knoblauch riechen, und kan concentrirt über die Helfte von dieſem Metalle in ſich nehmen. Auch das Königswaſſer iſt ein ſehr wirkſames Auflöſungsmittel des Zinns. Die damit bereitete Zinnſolution wird in der Färbekunſt unter dem Namen der **Compoſition** zur Erhöhung der Farben, beſonders zum Scharlachroth und Bereitung des Carmins aus der Cochenille gebraucht, wobey die Farbe deſto lebhafter und gelber wird, je mehr das Königswaſſer Salpeterſäure enthält. Aetzende Laugenſalze greifen die Zinnkalke an, das reguliniſche Zinn aber wird nur von den feuerbeſtändigen zum Theil aufgelöſet.

Der Schwefel ſchmelzt mit dem Zinne ſehr leicht zu einer ſtrengflüßigen ſpröden Maſſe zuſammen, die beym Erkalten breite flachgedrückte Nadeln bildet. Aus 12 Theilen Zinn und 7 Theilen Schwefelblumen, mit einem Zuſatze von 3 Theilen Queckſilber und 3 Theilen Salmiak, erhält man das ſogenannte **Muſivgold** (aurum muſivum ſ. moſaicum), wobey das Queckſilber zur beſſern Vertheilung des Zinns dient, und der Salmiak das Schmelzen des Schwefels verhütet. Regiert man hiebey das Feuer ſo, daß die Maſſe niemals fließt, ſo ſublimirt ſich etwas Zinnober mit ſalzſaurem Zinne, und das übrige bleibt als Muſivgold auf dem Boden des Kolbens.

Das Zinn verbindet ſich durch die Schmelzung mit allen Metallen und in allen Verhältniſſen, entzieht ihnen aber dabey nach Beſchaffenheit des Verhältniſſes einen großen Theil ihrer Geſchmeidigkeit, und zwar dem Golde und Silber am meiſten, ſo daß ſchon der bloße Dampf des Zinns eine beträchtliche Menge dieſer Metalle ſpröde macht. Auch

das Kupfer erhält durch Verſetzung mit Zinn mehr Sprödigkeit, Härte und Klang, wie man aus den Eigenſchaften der Glockenſpeiſe ſieht, obgleich das Zinn an ſich ein weiches und klangloſes Metall iſt. Aehnliche Compoſitionen werden auch zu den Metallſpiegeln der Teleſkope gebraucht, ſ. Spiegelteleſkop. Die Verbindung oder Verquickung des Zinns mit dem Queckſilber giebt das zu Belegung der Glasſpiegel dienende Amalgama, und die Verſetzung mit gleichen Theilen Bley das Loth der Bleygießer.

Aus der Goldauflöſung in Königswaſſer wird ſowohl durch reguliniſches Zinn, als durch eine verdünnte ebenfalls in Königswaſſer gemachte Zinnſolution der Mineralpurpur oder das Goldpräcipitat des Caſſius niedergeſchlagen, welches ein Gemiſch von Goldkalk und Zinnkalk iſt, das ſich in Königswaſſer auflöſen, aber ſchwer im Feuer wiederherſtellen läſt, und daher zum Rothfärben des Glaſes, und zur Porzellan- und Emailmalerey gebraucht wird. Die Erklärung dieſes Phänomens hat viele Schwierigkeiten. Am wahrſcheinlichſten iſt, was Herr **Leonhardi** und **Bergmann** hierüber geſagt haben, daß der im Königswaſſer enthaltene dephlogiſtiſirte Goldkalk den Brennſtof aus der Zinnſolution (welche bey dieſer Bereitung allemal phlogiſtiſirt ſeyn muß) anziehe, daher beyde Kalke aus dem verdünnten Menſtruum niederfallen, der Goldkalk, weil er nur im dephlogiſtiſirten, und der Zinnkalk, weil er in dieſem verdünnten Menſtruum nur im phlogiſtiſirten Zuſtande auflöslich ſey; wobey jedoch der Goldkalk nicht ſtark genug phlogiſtiſirt werde, um im reguliniſchen Zuſtande zu erſcheinen.

Eine andere merkwürdige Bereitung liefert das Zinn, wenn es mit dem Queckſilberſublimate vermiſcht und deſtilliret wird. Es geht alsdann die Kochſalzſäure des Sublimats mit dem Zinne, als eine flüchtige rauchende Auflöſung über, die man **Libavs rauchenden Geiſt** (ſpiritus fumans *Libavii* ſ. *Caſſii*), und ihren dickern Theil auch **Zinnbutter** nennt, der ſich aber von dem gewöhnlichen

ſalzſauren Zinne merklich unterſcheidet, vermuthlich darum, weil die Salzſäure darinn ſo, wie im Sublimate ſelbſt, in dephlogiſtiſirtem Zuſtande enthalten iſt.

Man findet das Zinn immer vererzt, und zwar vorzüglich durch Arſenik. Die Zinngraupen ſind meiſtens von brauner Farbe, die einerſeits ins hyacinthgelbe, andrerſeits ins dunkelſte Schwarz übergeht; ihre Kryſtalliſation iſt mehrentheils eine doppelte vierſeitige Pyramide. Zinnzwitter nennt man die kleinen in ihr Muttergeſtein eingeſprengten meiſt nadelförmigen vierſeitigen Zinnkalkkryſtallen. Der eigentliche derbe Zinnſtein, oder ungeformte Zinnkalk hat gewöhnlich die Farbe der Zinngraupen. In Cornwall findet man Zinn durch Schwefel vererzt, oder Zinnkies, der jedoch faſt noch mehr Kupfer hält, und daher in England Glockenſpeis-erz (*bell-metal ore*) genannt wird. Eben daſelbſt trift man auch den ſonderbaren braunen Zinnkalk an, der wegen ſeiner Aehnlichkeit mit dem Nußbaumholze den Namen des Holzzinns (*wood-tin*) führet. Was man ſonſt irrig weiße Zinngraupen nannte, iſt der Schwerſtein oder Tungſtein der Schweden, ein weißes Erz des Wolframmetalls, oder eine eigne mit Kalkerde verbundene Säure, ſ. **Metalle.**

Das Zinn wird nicht allein zu einer großen Menge von Geräthſchaften und zu Ueberziehung der kupfernen Küchengeſchirre, ſondern auch zu mannigfaltigen Verſetzungen mit andern Metallen in den Künſten häufig benützt. Auch ſeine Bereitungen ſind zu vielerley Abſichten von ausgebreitetem Nutzen. Die Zinnaſche dient zum Glas- und Edelſteinpoliren und zu Opalflüßen. In der Arzneykunde werden die Zinnbereitungen wenig oder gar nicht gebraucht: nicht eben wegen des nach **Henkel** und **Marggraf** (Chym. Schriften, Th. II. S. 87. und 106.) ſtets mit dem Zinne verbundenen Arſeniks, deſſen Menge **Bayen** und **Charlard** (Recherches chymiques ſur l'étain, faites par l'ordre du gouvernement. à Paris, 1781. 8.) viel zu gering gefunden haben, um einige ſchädliche Wirkung hervorbringen zu können; ſondern vielmehr darum, weil man in allen

Fällen wirkſamere Mittel kennt, als die Zinnbereitungen gewähren würden.

Macquer chymiſches Wörterbuch durch Leonhardi, Art. Zinn.

Gren ſyſt. Handb. der geſ. Chemie, II Th. 2 Band, §. 2899. u. f.

Zitteraal, Zitterfiſch, Drillfiſch, Gymnotus electricus, Gymnotus tremulus, *Anguille tremblante ou électrique.* Ein Fiſch aus Surinam und Cayenne, der, ſo lang er lebt, eine beſondere ſehr ſtarke Elektricität beſitzt, mittelſt deren er Menſchen und Thieren, die ſich ihm nähern, einen betäubenden Schlag mittheilen kan. Menſchen, die ihn im Waſſer berühren, werden dadurch ungemein erſchüttert, und Fiſche, die ihm zu nahe kommen, ſogar getödtet. Dieſe Elektricität ſcheint im Schwanze des Fiſches am ſtärkſten zu ſeyn, und pflanzt ſich, wenn er ſich ſchnell im Waſſer bewegt, bis auf eine Entfernung von 15 Fuß fort. Man fühlt die Erſchütterung am heftigſten, wenn man ihn mit Leitern, z. B. mit Eiſen oder einem mit Metall beſchlagnem Stabe, vornehmlich mit einem metallnen Ringe, berührt. Dagegen empfindet man nichts bey der Berührung mit einer Stange Siegellak, oder einem andern Nicht-leiter.

Dieſen Fiſch hat zuerſt **van Berkel** zwiſchen 1680 und 1689 bekannt gemacht (ſ. deſſen Reiſe nach Rio de Berbice, in der Sammlung ſeltener und merkwürdiger Reiſegeſchichten. Memmingen, 1789. 8. S. 220). **Richer**, der 1671 nach Cayenne gieng, hatte ſchon in ſeinem Tagebuche bemerkt, es gebe daſelbſt einen 3-4 Schuhe langen Fiſch, der mit dem Finger oder mit einem Stabe berührt den Arm erſtarren mache und Schwindel errege, welches **Duhamel** (Hiſt. regiae ſcient. Acad. p. 168.) anführt. Man zog aber in neuern Zeiten dieſe Erzählungen in Zweifel, oder war doch nicht geneigt, Elektricität dabey zu vermuthen, als welches ſelbſt **Nollet** (Hiſt. de l'acad. roy. de Paris, ann. 1760. p. 21.) noch für unwahrſcheinlich erklärt. Der erſte, der Elektricität dabey vermuthete, war **Adan-**

ſon im Tagebuche ſeiner Reiſe 1751 (ſ. *Rozier* Obſ. ſur la phyſ. To. V. 1775. May p. 444). Endlich ward durch Seba, Artedi, Gaubius und Allamand (Haarlemer Verhandelingen, II Deel, p. 372.) und Gronov (Deſcriptio gymnoti tremuli, in Actis Helvet. Baſil. 1760. p. 26.) die Beſchreibung des Fiſches ſelbſt und ſeiner Eigenſchaften bekannter. Was man damals von ihm erfuhr, wird beym Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. Lugd. Bat. 1762. 4. To. I. §. 901) ſehr vollſtändig erzählt.

Im 65ſten Bande der Transactionen finden ſich mehrere wichtige Beyträge zur Geſchichte des Zitteraals von Hugh Williamſon (Exp. and obſ. on the Gymnotus Electricus, or Electrical-Eel, P. I. n. 10. p. 94.) und Alexander Garden (An account of the Gymnotus Electricus, n. 11. p. 102.), vorzüglich aber Hunters Zergliederung eines ihm von Walſh verſchaften Thieres dieſer Art (An account of the Gymnotus electricus, by *John Hunter*, P. II. num. 39. p. 395.). Die erſchütternden Werkzeuge machen an Größe vielleicht mehr, als ein Drittel des ganzen Thieres, aus. Es giebt an jeder Seite ein großes und ein kleines Organ, wovon das große ſich faſt nach der Länge des ganzen Körpers erſtreckt, und am Ende des Schwanzes in eine Spitze ausläuft. Die kleinern Werkzeuge befinden ſich an jeder Seite an dem untern Rande der größern vorn am Körper, und laufen auch bis zum Ende des Schwanzes. Beyderley Werkzeuge haben viele Scheidewände, die nach der Länge des Körpers parallel laufen, und deren Zwiſchenräume durch queer durchgehende Häute in viele Fächer getheilt werden. Dieſe Werkzeuge bekommen aus dem Rückenmarke allerwärts weit ſtärkere Nerven, als die übrigen Theile des Körpers, auch haben ſie eine große Menge kleiner Blutgefäße.

D. Schilling, Arzt der Colonie zu Surinam, hatte der berliner Akademie der Wiſſenſchaften (Nouv. mém. de l'acad. de Berlin, 1770. p. 68. ingl. Obſ. phyſica de torpedine piſce in Diatribe de morbo in Europa pene ignoto, quem Americani Jaws vocant. Traj. ad Rhen. 1770.) Nachricht von einigen Verſuchen gegeben, welche eine Ver-

bindung der Eigenſchaften dieſes Fiſches mit dem Magnete zu beweiſen ſchienen. Bey der Annäherung eines armirten Magnets ward der Fiſch zuerſt unruhig, und bey der Berührung mit demſelben ſtark erſchüttert. Legte man den Magnet ins Waſſer, ſo ward der Fiſch nach einiger Zeit ganz ſtill, und kam von ſelbſt an den Magnet heran, als ob er von dem umgebenden Waſſer angezogen und zurückgehalten würde. Nach einer halben Stunde zog er ſich ſehr geſchwächt vom Magnete wieder zurück, hatte aber nun alle Erſchütterungskraft verlohren, ſo daß man ihn ohne Schaden berühren und in die Hände nehmen konnte. Die beyden Pole des Magnets ſchienen wie mit Feilſpänen überzogen. Der Fiſch erlangte einige Kraft wieder, nachdem man ihn ein paar Tage mit Brod gefüttert hatte; als man aber Eiſenfeile ins Waſſer warf, ſammlete er bald alle vorige Kraft von neuem.

Dieſe Verſuche des D. **Schilling** ſind von vielen als ein Hauptbeweis für die Uebereinſtimmung und Identität der Elektricität mit dem Magnetiſmus angeſehen worden. Man hat ſie aber nachher mit dem beſten Apparat von Inſtrumenten und der gröſten Sorgfalt wiederholt, und ganz und gar unrichtig befunden. D. **Ingenhouß** (Vermiſchte Schriften, herausg. v. **N. C. Molitor**. Wien, 1784. gr. 8. Th. I. S. 413.) unterſuchte die Sache in London 1778, wo **Walſh** einen dieſer ſeltenen Fiſche beſaß, um deſſen willen er eigends einen Mann auf ſeine Koſten nach Surinam geſchickt hatte. D. **Ingenhouß** gieng in Geſellſchaft des D. **Beerenbroek** mit mehrern Magnetnadeln und ſtarken Magnetſtäben von Knight verſehen, dahin, fand aber den Fiſch gegen alle magnetiſche Kraft ſchlechterdings unempfindlich. Das Thier unterſchied den Magnetſtab nicht im geringſten von einem andern Stücke Metall, und gab einem Menſchen, der beyde Hände, eine beym Kopfe, die andere beym Schwanze des Fiſches ins Waſſer hielt, einen ſtarken Schlag, obgleich ein großer Magnetſtab untergehalten ward: auch brachte es die Magnetnadel nicht im mindeſten in Unordnung. **Walſh** ſelbſt verſicherte ebenfalls, Schillings Verſuche aufs ſorg-

fältigſte geprüft, aber nie einen Einfluß des Magnets auf den Fiſch, oder dieſes auf jenen, bemerkt zu haben.

Dagegen fand D. Jngenhouß, und ſchon vorher **Walſh**, an dieſem Fiſche ein von allen bekannten Empfindungen ganz verſchiedenes Gefühl, oder einen eignen Sinn, mittelſt deſſen derſelbe wahrnimmt, ob er die Körper, die in ſeinen Wirkungskreis kommen, treffen könne. Er wird es nemlich vollkommen gewahr, ob die leitende Verbindung, die man ihm darſtellt, unterbrochen iſt, oder nicht, ohne daß er das, was vorgeht, zu ſehen braucht. Z. B. eine Geſellſchaft von zehn Perſonen, Hand in Hand, ſtellt ſich ſo, daß der Fiſch nur die zween letzten ſieht, davon die eine den Finger bey ſeinem Kopfe, die andere bey dem Schwanze, ins Waſſer hält. Wenn dieſe zehn Perſonen einander mit den Händen faſſen, ſo bemerkt es der Fiſch, und ſchleudert den Erſchütterungsfunken durch die ganze Geſellſchaft. Sobald hingegen dieſe ſich trennt, wird er es den Augenblick wahrnehmen, und ſich nun hüten, ſeinen Blitz abzuſchießen, überzeugt, daß dieſer keine Wirkung haben würde. Sollte aber nicht in dieſer Bemerkung der Willkühr des Thieres zuviel beygelegt ſeyn? Die Auslaſſung des Funkens kan ja in gewiſſen Fällen auch unwillkührlich erfolgen, und ſehr wahrſcheinlich mag dies der Fall ſeyn, wenn zwiſchen Kopf und Schwanz des Fiſches eine leitende Verbindung gemacht wird. Alsdann entladen ſich beyde Seiten, wenn die Verbindung vollkommen iſt; hingegen entladen ſie ſich nicht, wenn Trennungen oder allzuſtarke Unterbrechungen ſtatt finden, eben ſo und aus eben den Urſachen, wie bey jeder leidner Flaſche. Bey dieſer ſehr natürlich ſcheinenden Erklärung hat man gar nicht nöthig, eine Wahl und einen bemerkenden Sinn des Thieres anzunehmen, ſo wenig als ſich dergleichen bey der lebloſen Flaſche gedenken läſt.

Man behauptete ſonſt, die Elektricität des Zitteraales ſey ohne alles Licht. D. Jngenhouß aber verſichert (Vermiſchte Schriften, Th. I. S. 30. 31.), **Walſh** habe den Ausbruch derſelben mit einem eben ſo ſichtbaren Funken begleitet gefunden, als die Entladung einer leidner Flaſche;

er ſelbſt ſey von dieſem intereſſanten Verſuche Augenzeuge geweſen. Eben dieſes findet man auch von Bayon (*Rozier* Obſ. ſur la phyſ. Octobr. 1776,) beſtätiget.

In den Transactions of the american philoſophical Society, held at Philadelphia (Philadelph. 1786. 4. To. I.) werden noch einige leſenswürdige Bemerkungen über den Zitteraal von William Bryant und Collins Flagg mitgetheilt. Der letztere will gefunden haben, daß Perſonen, welche mit der Auszehrung behaftet ſind, dieſen Aal ohne die mindeſte Empfindung angreifen konnten, obgleich ſonſt ſeine Erſchütterungen weit betäubender waren, als die elektriſchen. Es koſtete Mühe, den Aal, wenn er einmal aus dem Waſſergefäße gekommen war, wieder in daſſelbe hineinzubringen; ſelbſt durch ein Stück Tannenholz von 18 Zoll Länge fühlte man noch ſtarke und oft wiederholte Schläge. Man erzählte, daß ein ſolcher Aal einen Mohren, der ihn aus Praleren muthwillig behandlete, auf Lebenszeit gelähmt habe. Bryant beſchreibt noch einen andern elektriſchen Aal, der nach Willkühr die Schläge ſtärker oder ſchwächer mittheilen konnte.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. durch Lichtenberg, Fünfte Aufl. Göttingen, 1791. 8. §. 551. 570 a.

Ingenhouß Vermiſchte Schriften, a. a. O.

Magazin für das Neuſte aus der Phyſik und Naturg. V. B. 3 St. Gotha, 1788. 8. S. 163 u. f.

Zitterfiſche, elektriſche Fiſche, Piſces electrici, *Poiſſons électriques.* Man kan mit dieſem allgemeinen Namen alle diejenigen Fiſche belegen, welche das Vermögen beſitzen, Körpern, die ſie unmittelbar oder vermittelſt leitender Materien berühren, elektriſche Erſchütterungen mitzutheilen. Es ſind deren bereits vier bekannt. Da von dem ſogenannten Zitteraale der vorhergehende Artikel beſonders handlet, ſo ſind hier noch die drey übrigen, der Krampfroche, der Zitterwels, und ein neuentdeckter von dem Geſchlechte der Stachelbäuche, zu betrachten.

Der Krampfroche, Zitterroche, Krampffiſch, Raja Torpedo, *Torpille, Tremble* iſt eine Rochenart des

mittelländiſchen Meeres, der Oſtſee und einiger andern Gewäſſer, von der es längſt bekannt iſt, und ſchon bey den Alten erzählt wird, daß ſie die Thiere, die ſich ihr nähern, betäube und die Arme derer, die ſie berühren, erſtarren mache. Es hängt auch von der Willkühr dieſes Thieres ab, den Körper, den es berührt, durch einen Schlag zu erſchüttern, welcher dem elektriſchen ähnlich iſt. Lange Zeit hat man die Eigenſchaften dieſes Fiſches von andern Urſachen, z. B. von einer beſondern Kälte, von einem ſehr ſchnellen Schlage der berührten Muſkeln u. d. gl. herzuleiten geſucht (ſ. *Reaumur* des effets, que produit le poiſſon appellé en François *Torpille* ou *Tremble*, ſur ceux, qui le touchent, et de la cauſe, dont ils dependent, in den Mém. de l'acad. de Paris, 1714. p. 344). Nachher fieng man an, Elektricität dabey zu vermuthen, zumal da der ſurinamiſche Zitteraal nach und nach bekannter wurde, welchen man im Anfange mit dieſem Fiſche häufig verwechſelte. Selbſt **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. nat. To. I. §. 901 ſqq.) und **Prieſtley** (Geſchichte der Elektricität, durch Krünitz S. 277.) ſcheinen beyde Arten noch nicht ganz richtig zu unterſcheiden.

Um 1773 ward es endlich durch **Walſh** (On the electric property of the Torpedo in Philoſ. Trans. Vol. LXIII. p. 461) auſſer Zweifel geſetzt, daß die Eigenſchaften dieſes Fiſches ganz von der Elektricität abhängen. Das Thier hat an beyden Seiten ſeines Körpers beſondere ſechseckigte Priſmen von Fleiſchfaſern, welche an ihrem obern und untern Ende entgegengeſetzte Elektricitäten zeigen. **Walſh** ſtellte die Verſuche hierüber zu Rochelle, zum Theil vor der dortigen Akademie, an. Er erſchütterte dadurch vier, nachher acht Perſonen zugleich, leitete auch den Schlag durch einen langen Drath, den zwo iſolirte Perſonen hielten, wovon die eine die obere, die andere die untere Oberfläche des Krampfrochens berührte. Durch Glas oder Siegellak gieng die Erſchütterung nicht. Ein iſolirter Fiſch gab einer iſolirten Perſon in 1½ Minuten an 50 Schläge, wovon die letzten an Stärke den erſten wenig nachgaben. In der Luft ſchienen die Erſchütterungen viermal

ſtärker, als im Waſſer. Die Betäubung ſchreibt Walſh einer ſucceſſiven, die Erſchütterung hingegen einer einzigen allgemeinen Entladung aller Cylinder in einem Augenblicke zu. Dieſen Nachrichten fügt Hunter (Anatomical obſervations on the Torpedo, ibid. p. 481.) die Zergliederung eines Krampfrochens bey. Die elektriſchen Werkzeuge deſſelben liegen an den Seiten der Hirnſchale und der Kiefern, und gehen von da bis zu den halbkreisförmigen Knorpeln der großen Seitenfloßfedern; der Länge nach reichen ſie von dem vordern Ende des Thieres bis zu dem Queerknorpel, der Bruſt und Bauch von einander abſondert: innerhalb dieſer Grenzen nehmen ſie den ganzen Raum zwiſchen der obern und untern Haut ein. Am dickſten ſind ſie nach der Mitte des Fiſches hin, am dünnſten nach den Seiten. Sie beſtehen aus lauter ſenkrechten Prismen, $\frac{2}{10}$ Zoll im Durchmeſſer dick. Die Geſtalt der Prismen iſt unordentlich ſechs- und fünfeckigt, an der Zahl bey dem von H. beſchriebenen Thiere ohngefähr 470 in jedem Werkzeuge, bey einem andern 1182. Mit dem Alter des Thieres vergrößert ſich ihre Anzahl. Jede Säule iſt in ſehr geringen Zwiſchenräumen durch eine dünne Zwiſchenhaut häufig horizontal getheilt, und in einer 1 Zoll langen Säule konnte H. ſolcher Theilungen 150 zählen. In den Zwiſchenräumen ſcheint eine flüßige Materie enthalten zu ſeyn. Dieſe Werkzeuge haben auch viel Blutgefäße, und vorzüglich eine auſſerordentliche Menge von Nerven. **Walſh** (Phil. Trans. Vol. LXIV. P. 2. num. 46. p. 464.) giebt noch Nachricht von einigen an der engliſchen Küſte in Devonſhire gefundenen Zitterrochen, wovon der eine 4 Fuß lang war, und 54 Pfund wog. Die erſchütternden Werkzeuge waren im Genuße unſchädlich, aber unſchmackhaft ſchleimicht.

D. Ingenhouß (Phil. Trans. Vol. LXV. P. I. p. 1.) hatte indeſſen zu Livorno ähnliche Unterſuchungen über eben dieſe Fiſche angeſtellt. Er gab einigen Seeleuten den gewöhnlichen elektriſchen Schlag, und alle verſicherten, es ſey dies eben die Empfindung, die man bey Berührung eines Zitterrochen fühle. Er ſelbſt hatte von der Wirkung des Fiſches das Gefühl, als ob mehrere ſehr kleine Ladungs-

flaſchen ſchnell hinter einander durch ſeine Hand entladen würden, wobey die Erſchütterung bisweilen kaum eine, bisweilen 2—3 Secunden dauerte. Ob man mit dem Finger ſtark oder ſchwach drückte, war in der Stärke der Erſchütterung einerley; wenn man aber den Fiſch beugte, ſo gab er häufigere Schläge.

Dieſe Verſuche ſetzen es auſſer allen Zweifel, daß die Erſchütterungen dieſes Fiſches elektriſche Erſcheinungen ſind. Die von D. **Schilling** vorgegebne Verbindung derſelben mit dem Magnete (ſ. den Art. Zitteraal) iſt nicht nur von **Walſh** und **Jngenhouß**, ſondern auch von **Spallanzani** (Brief an den Marcheſe Luccheſini in den Opuſcoli ſcelti di Milano, 1783 im Auszuge in d. Gothaiſchen Magazin für d. Neuſte ꝛc. II B. 3 St. S. 89 u. f.) ganz ungegründet befunden worden. Die zuletzt angeführten Beobachtungen, wozu **Spallanzani** in einem Briefe an **Bonnet** (Memorie di matematica e fiſica della ſocietà italiana, To. II. p. 603 ſqq. deutſch in den leipziger Samml. zur Phyſik und Naturg. IV. B. 3 Stück, S. 338 u. f. und im gothaiſchen Magazin V B. 3 St. S. 41.) noch beträchtliche Zuſätze geliefert hat, ſind für die Naturgeſchichte des Zitterrochen ungemein wichtig.

Sie kommen im Ganzen genommen mit **Walſh** Bemerkungen überein, weichen aber doch in einigen Umſtänden ab. So konnte z. B. **Spallanzani** nicht finden, daß das Thier, wenn es die Erſchütterung geben will, allemal die Augen zudrücke, überhaupt ließ ſich an den Bewegungen des Körpers kein ſicheres allgemeines Merkmal des ausbrechenden Stoßes entdecken. Zween gleich große und gleich muntere Krampfrochen gaben unter gleichen Umſtänden die Schläge auf ganz verſchiedene Weiſe, ſo daß alles von der Willkühr des Thieres abzuhängen ſchien. Die wirkliche Berührung iſt unumgänglich nöthig; bleibt die Hand auch nur um die Dicke der Haut entfernt, ſo wird nichts empfunden. Oft iſt ſogar noch einiger Reiz oder Verwundung und Stechen der elektriſchen Organe erforderlich. Wenn man den Thieren dieſe Organe ausriß, ſo lebten ſie zwar fort, gaben aber keine Erſchütterung mehr,

ſondern ließen beym Drucke der Hand nur eine ſchwache zitternde Bewegung fühlen. Eben dieſes geſchah auch, wenn nur die Hauptnerven des elektriſchen Werkzeugs durchſchnitten wurden. Das Thier giebt die Schläge ſowohl im Waſſer, als in der Luft; in der letztern ſind ſie ſogar ſtärker, als in jenem. Licht oder Funken, Anziehen und Abſtoßen, Mittheilung an iſolirte Menſchen oder an Ladungsflaſchen, konnte Sp. nicht im mindeſten bemerken. Von Magnetismus zeigte ſich nicht das geringſte, obgleich der Magnet, den er brauchte, 25 Pfund Eiſen zog. Er bemerkt auch, daß es falſch ſey, was **Linné** ſagt, daß man die Stöße vermeiden könne, wenn man den Athem an ſich halte, und daß die vermeinten Lungen, um deren willen der Ritter dieſe Fiſche zu den Amphibien gerechnet hat, eine bloße Einbildung ſind.

Der Zitter-**Wels, Raaſch** (Silurus electricus), der ſich im Nil und einigen andern afrikaniſchen Strömen findet, iſt ſchon von **Forskål**, wiewohl unvollkommen, deutlicher von **Brouſſonet** (Mém. de Paris, 1782, ingl. in *Rozier* Obſ. ſur la phyſique. Aout 1785.) beſchrieben worden. **Cavallo** (Compleat treatiſe on electricity in der neuſten Ausgabe des Originals To. II. p. 311.) hat dieſe Beſchreibung ebenfalls mitgetheilt.

Endlich hat der engliſche Schifslieutenant **Paterſon** (Phil. Trans. Vol. LXXVI. P. II. num. 29.) auf ſeiner Reiſe nach Oſtindien, da er ſich bey der Inſel St. Juan, einer von den Comorren zwiſchen der Küſte von Zanguebar und der Inſel Madagaſcar aufhielt, einen vierten elektriſchen Fiſch entdeckt. In einem vom Seewaſſer ausgehölten Felſen, wo die Wärme des Waſſers zwiſchen 50 bis 60 fahrenheitiſche Grade war, fieng er zween derſelben in einem Netz, und da er den einen angreifen wollte, bekam er einen ſo heftigen elektriſchen Schlag, daß er ihn loslaſſen muſte. Indeſſen brachte er doch beyde ans Land; da er aber ein paar tauſend Schritte von dem Orte, wo er ſie gefangen hatte, das Netz aufmachte, war der eine todt, und der andere äußerſt ſchwach. Dieſer Fiſch war 7 Zoll lang und 2½ Zoll breit; ſein Kopf war ſehr verlängert, und er ſchien

zum Geſchlechte der Stachelbäuche (Tetrodon) zu gehören. Der Rücken war dunkelbraun, der Bauch meergrün, die Seiten gelb, die Floßen und der Schwanz grünlich, der Leib mit rothen, grünen und weiſſen Flecken überſäet, wovon die letztern ſehr glänzend waren; er hatte weit ofne Augen mit einer rothen Iris, deren äußere Rander gelb waren (ſ. Gothaiſches Magazin für das Neuſte ꝛc. IV B. 4 St. S. 48).

Allem Anſehen nach wird ſich die Zahl dieſer Thiere, welche elektriſche Wirkungen hervorbringen, in Zukunft noch weiter vermehren. Merkwürdig iſt inzwiſchen, wie Herr Hofrath **Lichtenberg** erinnert, daß ſie ſich bisher nur unter den Fiſchen gefunden haben, alſo gerade unter derjenigen Claſſe von Geſchöpfen, die in einem Fluido leben, das der Erweckung künſtlicher Elektricität unter allen am meiſten entgegen iſt.

D. Ingenhouß bemerkt, das Beyſpiel der elektriſchen Fiſche begünſtige den Gedanken, daß ſich vielleicht in allen Thieren ein elektriſches Vermögen, wovon die thieriſche Haushaltung zum Theil abhänge, befinden möge, deſſen Sitz, Werkzeug oder Behältniß man dereinſt noch entdecken werde. Er werde es, ſagt er, nicht unerwartet finden, wenn man darthun werde, daß die Wirkung unſers Gehirns Aehnlichkeit mit der Elektricität habe, daß dieſer uns noch ſo unbekannte Theil unſers Körpers eine Art von elektriſchem Behältniß oder elektriſcher Maſchine ſey, daß die Nerven Leiter dieſer Elektricität, und die Muſkeln Werkzeuge abgeben, wodurch ihre Einflüße Bewegungen hervorbringen. Einige Phyſiologen von Anſehen haben ſich auch nicht abgeneigt gezeigt, die elektriſche Materie unter die Triebfedern der thieriſchen Oekonomie aufzunehmen. Wenn man gleich dieſe Lehre noch auf keine unmittelbaren Beweiſe ſtützen kan, ſo könnten doch die Zergliederungen des Zitteraals und Zitterrochens einigen Schein der Wahrheit auf dieſelbe werfen. Dieſe Zergliederungen haben gelehrt, daß die elektriſchen Organe dieſer Thiere mit einer erſtaunlichen Menge Nerven verſehen ſind, daß ihre Erſchütterungen aufhören, wenn man dieſe Nerven zerſchnei-

det u. ſ. w. Nun wiſſen wir aber auch aus andern Gründen, daß die Nerven unter allen Theilen des thieriſchen Körpers die beſten Leiter der Elektricität und für alle elektriſche Wirkungen am empfänglichſten ſind, welches ſich mit der erwähnten Hypotheſe ſehr wohl vereiniget.

Errleben Anfangsgr. der Naturlehre, durch Lichtenberg. Fünfte Aufl. Göttingen, 1791. 8. §. 551.

Ebendeſſ. phyſikaliſche Bibliothek B. II. S. 186, III. S. 173, IV. S. 157.

Ingenhouß Vermiſchte Schriften durch Molitor. Wien, 1784. gr. 8. Erſter Band S. 29 u. f.

Magazin für das Neuſte aus der Phyſik u. Naturgeſchichte, an den angeführten Stellen.

Zittern, Zitterung, Tremor, *Frémiſſement.* Man hat dieſen Namen einer Bewegung beygelegt, welche in den kleinſten Theilchen der ſchallenden Körper ſtatt finden, und in ſehr ſchnellen und kurzen Vibrationen, oder einem geſchwinden Hin- und Hergehen derſelben durch kleine Räume, beſtehen ſoll. Es iſt bereits beym Worte **Schall** (Th. III. S. 801 u. f.) hievon gehandelt, und dabey den Verſuchen des Herrn D. **Chladni** zufolge geäuſſert worden, daß dieſes vermeinte Zittern oder Beben der kleinſten Theile zum Schalle nicht nothwendig und bey klingenden Körpern gar nicht vorhanden ſey, daß vielmehr gewiſſe Stellen ſolcher Körper ganz unbewegt bleiben, und um dieſe herum die übrigen Theile nicht zittern, ſondern ſo oſcilliren, daß ſie auf beyden Seiten der feſten Stellen allemal nach entgegengeſetzten Richtungen gehen, daher man den Klang nicht aus den Zitterungen der kleinſten, ſondern vielmehr aus Schwingungen größerer Theile zu erklären habe.

Herr Profeſſor **Voigt** (Magazin für das Neuſte a. d. Phyſik u. Naturg. VII B. 1ſtes Stück, S. 46 u. f.) giebt einen artigen Verſuch an, welcher allerdings ſoviel zeigt, daß der bekannte Harmonika-Ton, den man aus gläſernen Gefäßen durch Streichen des Randes erhält, nicht durch Schwingungen oder Hin- und Hergehen der ganzen Maſſe des Gefäßes, ſondern durch eine ſchwingende Bewegung gewiſſer Theile deſſelben entſtehe. Wenn man nemlich auf

dem Rande eines mit Waſſer gefüllten Weinglaſes mit dem reinen naſſen Finger herumfährt, ſo erſcheint mit dem Momente, in welchem ſich zuerſt der feine ſchneidende Ton hören läſt, auch die Oberfläche des Waſſers ringsum vom Rande bis etwa zur Helfte nach dem Mittelpunkte, wie mit einem äuſſerſt feinen Netze oder feinem Milchflohre bedeckt. Dieſe wellenförmige Bewegung erſtreckt ſich bis auf einige Tiefe unter der Waſſerfläche, und iſt am ſtärkſten an der Stelle, über der ſich jedesmal die ſtreichende Fingerſpitze befindet, und an der gerade gegenüber ſtehenden. Dieſer Verſuch, den ſchon Galilei erwähnt (ſ. Schall, Th. III. S. 803. 804.), zeigt deutlich, daß der geſtrichne Glasring ſeine Geſtalt verändert, indem ſeine beyden Helften Schwingungen um feſte Punkte oder um Schwingungsknoten machen, deren Stelle von dem jedesmaligen Orte des ſtreichenden Fingers abhängt. Die feinen ſich durchkreuzenden Waſſerwellen entſtehen daher, weil die Stellen, wo das Waſſer am ſtärkſten geſtoßen wird, und die Richtungen, nach welchen es geſtoßen wird, ſich durch Herumführung des Fingers alle Augenblicke ändern. Sie beweiſen aber keinesweges, daß in **Carre's, de la Hire's** und **Muſſchenbroeks** Sinne alle einzelne kleinſte Theile des Glaſes beben und ſich an einander verſchieben.

Zodiakallicht, ſ. **Thierkreislicht.**

Zodiakus, ſ. **Thierkreis.**

Zoll, ſ. **Fuß.**

Zonen, ſ. **Erdſtriche.**

Zug, **Ziehen**, Ductus, Tractus, Tractio, *Traction.* Wenn ein Körper durch zuſammenhängende Verbindung mit einem andern ſo vereiniget iſt, daß er ſich nicht bewegen kan, ohne daß ihm der andere nachfolge, ſo ſagt man, wenn die Bewegung wirklich erfolgt, oder wenigſtens ein Streben nach derſelben ſtatt findet, jener Körper (oder die Kraft, die ihn zu bewegen ſtrebt) ziehe dieſen (ducere,

trahere corpus, *trainer*). So ziehen die Thiere Wagen oder Laſten, mit denen ſie durch feſt zuſammenhängende Seile, Stangen u. dgl. verbunden ſind, durch die Bewegung ihres Körpers fort. Dieſe Wirkung oder auch das Beſtreben nach derſelben heißt der Zug, und unterſcheidet ſich vom Stoße dadurch, daß bey dieſem ein bewegter Körper den andern durch unmittelbare Berührung vor ſich her aus der Stelle treibt, ſ. Stoß der Körper, beym Zuge aber der eine den andern durch den Zuſammenhang einer Verbindung, alſo mittelbar, nach ſich oder hinter ſich her bewegt.

Im übrigen findet beym Zuge eben ſowohl, als beym Stoße, Mittheilung der Bewegung ſtatt. Dieſe Mittheilung richtet ſich völlig nach eben den Geſetzen, welche für den Stoß unelaſtiſcher Maſſen gelten (ſ. oben S. 214 u. f.). Denn wenn zwo Maſſen M und m, die mit den Geſchwindigkeiten C und c nach einerley Richtung getrieben werden, durch eine Stange oder ein geſpanntes Seil ſo verbunden ſind, daß ſie während der Bewegung ihre Entfernung von einander nicht ändern können, und alſo eine gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit = x annehmen müſſen, ſo werden ſich die Größen ihrer Bewegungen MC und mc zu der Summe MC + mc verbinden, welcher die wirklich ſtatt findende Bewegung beyder Maſſen mit der gemeinſchaftlichen Geſchwindigkeit x, oder (M + m) x gleich ſeyn muß, weil kein Grund da iſt, warum von den Bewegungen MC und mc etwas verlohren gehen ſollte. Folglich iſt hier eben ſo, wie oben S. 216

$$x = \frac{MC + mc}{M + m}.$$

Wenn die nachfolgende oder gezogne Maſſe, welches m ſeyn mag, an ſich und ohne den Zug der andern ruhen würde, mithin c = o iſt, ſo hat man für dieſen Fall (der ſich als der gewöhnlichſte anſehen läſt)

$$x = \frac{MC}{M + m}.$$

Hat aber die nachfolgende Maſſe ſchon an ſich eine Bewegung nach eben der Richtung, wie die vorangehende, ſo muß, wenn ein Zug ſtatt finden ſoll, ihre Geſchwindigkeit wenigſtens um etwas geringer, als die der vorangehenden, oder $c < C$ ſeyn. Denn wären beyde Geſchwindigkeiten gleich, ſo würde jede Maſſe mit ihrer Geſchwindigkeit für ſich fortgehen, ohne auf die Bewegung der andern zu wirken: und wäre $c > C$, ſo würde das Seil zwiſchen beyden nicht geſpannt, ſondern bliebe ſchlaff, daß alſo kein Zug ſtatt fände; oder wäre die Verbindung durch eine unbiegſame Stange gemacht, ſo würde die geſchwindere nachfolgende Maſſe die andere vorangehende vor ſich her ſchieben, nicht von ihr gezogen werden.

Hat endlich die Maſſe m eine Bewegung nach der entgegengeſetzten Richtung, ſo muß, wenn ſie gezogen werden ſoll, $mc < MC$ ſeyn. Sind nemlich in dieſem Falle beyde Bewegungen gleich, ſo heben ſie ſich gerade auf, und es ruhen beyde Maſſen; iſt $mc > MC$, ſo erfolgt Bewegung nach der entgegengeſetzten Seite, und es wird nun m die vorangehende Maſſe, welche die andere M nach ſich zieht.

Auch beym Zuge ſind, eben ſo wie beym Stoße, die Veränderungen, welche jeder Körper im Zuſtande des andern hervorbringt, entgegengeſetzt und gleich. Der ziehende ändert nicht blos den Zuſtand des gezognen, den er aus der Ruhe in Bewegung verſetzt; ſondern er ſelbſt verliert auch von der Bewegung, die er ſonſt gehabt hätte, gerade eben ſo viel, als er dem andern mittheilt. Dieſe ſehr natürliche Erſcheinung kan man zwar mit dem Namen der Gegenwirkung belegen, welche alsdann der Wirkung gleich und entgegengeſetzt iſt; man hat aber nicht nöthig, ſich dieſelbe als Wirkung einer beſondern im gezognen Körper liegenden Kraft vorzuſtellen, ſ. Gegenwirkung.

Wenn zwey ungleiche Gewichte M und m durch ein über eine Rolle gezognes Seil oder Faden verbunden werden, ſo wird das größere M überwiegen und herabſinken, das kleinere m hingegen durch die Feſtigkeit des Fadens fortgezogen und erhoben werden. Beyde folgen hiebey den gewöhnlichen Geſetzen des Zugs. Vom Gewichte M wird durch das ent-

gegengeſetzte m ſoviel aufgehoben, daß nur noch M — m übrig bleibt. Es iſt nun ſoviel, als ob die Maſſe M nur von der bewegenden Kraft M — m getrieben würde, die Maſſe m aber gar nicht mehr ſchwer, ſondern blos träg, wäre. Weil aber die Spannung und Feſtigkeit des Fadens macht, daß beyde Gewichte zugleich mit einerley Geſchwindigkeit fortgehen müſſen, ſo muß nun die bewegende Kraft M — m beyde Maſſen zugleich, oder M + m treiben. Daher iſt die beſchleunigende Kraft $= \frac{M-m}{M+m}$. Weil dieſe Kraft, eben ſo wie die Schwere, ununterbrochen oder als abſolute Kraft wirkt, ſo werden beyde Gewichte mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung fallen und ſteigen; aber ſo, als ob ſie nicht von der gewöhnlichen Schwere getrieben würden, ſondern von einer geringern, die ſich zur gewöhnlichen, wie $\frac{M-m}{M+m} : 1$ verhielte.

Eben dies findet man aus der allgemeinen Formel für den Zug auf folgende Art. Es heiße die Geſchwindigkeit, welche die Schwere in einer gewiſſen Zeit erzeugt = g, ſo kan man annehmen, die Gewichte M und m, die den Faden nach entgegengeſetzten Richtungen ſpannen, würden von Kräften getrieben, die ihnen die Geſchwindigkeiten $C = g$; $c = -g$ zu geben ſtrebten. Dieſe Werthe ſtatt C und c in die allgemeine Formel geſetzt, geben für die Geſchwindigkeit, welche die Gewichte M und m in eben der Zeit wirklich erhalten, $x = \frac{Mg - mg}{M+m}$, welches ſich zu g, wie $\frac{M-m}{M+m} : 1$ verhält.

Ex. Es wiege M 10 Pfund, m 1 Pfund, ſo iſt die beſchleunigende Kraft $\frac{10-1}{10+1} = \frac{9}{11}$ der Schwere, und der Raum, durch welchen in einer Secunde M fällt, m ſteigt, wird $\frac{9}{11} \cdot 15,625 = 12,784$ rheinl. Fuß. Bey wirklich angeſtelltem Verſuche würde dieſer Raum wegen der Friction et-

was kleiner ausfallen, auch ein ziemlicher Unterſchied darum ſtatt finden, weil das Gewicht des Fadens oder Seils mit in Betrachtung kömmt, wovon während der Bewegung der niedergehende Theil immer länger und ſchwerer, der aufſteigende hingegen von Zeit zu Zeit kürzer und leichter wird. **Schober** (Theorie der Ueberwucht, gegen zuverläßige Experimente gehalten. Leipzig, 1751. 8.) hat, um der zuletzt erwähnten Schwierigkeit auszuweichen, unter der obern Rolle noch eine zweyte von gleicher Größe befeſtiget, und den Faden, wie ein Seil ohne Ende, um beyde Rollen herumgeführt. Auf ſolche Art bleibt immer auf beyden Seiten der Rolle gleichviel vom Faden, den man alſo ganz wiegen und nun annehmen kan, die Helfte ſeines Gewichts wachſe dem Gewichte M, die andere Hälfte dem m zu. Bey einem Verſuche **Schobers** (§. 32.) wog die Schnur ohne Ende 8 Loth, auf einer Seite war 66 Loth, auf der andern 64 Loth Gewicht befeſtiget. Man nimmt an, das Reiben habe 1 Loth betragen, welches noch von der bewegenden Kraft M — m abzuziehen iſt. Hieraus findet man die beſchleunigende Kraft $= \frac{66 - 64 - 1}{66 + 64 + 8} = \frac{1}{138}$ der Schwere. Dem gemäß ſollten die Gewichte in einer Secunde durch $\frac{15,625}{138}$ rheinl. Fuß gehen, und um 54 pariſer Fuß (oder 55,89 rheinl.) zu durchlaufen, nach gehöriger Berechnung 22,2168 Secunden Zeit brauchen. Drey Verſuche gaben **Schobern** für dieſe Zeit im hier erwähnten Beyſpiele 23; 22; 22 Secunden.

Dieſe Geſetze gelten nicht für den Zug allein, ſondern ſie ſind überhaupt allen Fällen gemein, in welchen ſich Bewegungen beſtimmten Maſſen mittheilen, welche ſich alsdann zuſammen mit einer gemeinſchaftlichen Geſchwindigkeit bewegen müſſen. Wenn es z. B. in einem Körper Beſtandtheile von negativer Schwere gäbe, und das Gewicht der poſitiv ſchweren Theile = M, die bewegende Kraft, mit welcher die negativ ſchweren aufwärts ſtrebten, = m genannt würde, ſo würde das wirkliche Gewicht des ganzen Körpers

$= M - m$ ſeyn. Geſetzt nun, die negative Schwere treibe jeden Theil von m ſo ſtark aufwärts, als die poſitive jeden Theil von M niedertreibt (oder es ſey die poſitive Schwere, als beſchleunigende Kraft betrachtet, $=1$; die negative $= -1$), ſo werden auch die Maſſen beyder Sorten von Beſtandtheilen durch M und m ausgedrückt werden, und beym freyen Falle eines ſolchen Körpers wird das Gewicht $M - m$ die Maſſe $M + m$ zu bewegen haben. So wird die beſchleunigende Kraft, welche den Körper zum Fallen treibt (die gewöhnliche Schwere $= 1$ geſetzt), $= \frac{M-m}{M+m}$ werden, welches den Fallraum in einer Secunde $= \frac{M-m}{M+m} \cdot g$ giebt. Da nun $\frac{M-m}{M+m}$ offenbar kleiner, als 1 iſt, ſo müſte die Verbindung mit negativ ſchweren Theilen nothwendig die Beſchleunigung des Falles, mithin auch die Geſchwindigkeit des Pendels u. ſ. w. vermindern, eben ſo, wie an dem über eine feſte Rolle gezognen Faden das leichtere Gewicht m ein weit langſameres Herabſinken des ſchwereren M veranlaſſet. Die Allgemeinheit dieſes Geſetzes iſt gegen Herrn Gren (welcher für die Verbindungen poſitiv und negativ ſchwerer Beſtandtheile ein anderes Geſetz der Beſchleunigung des Falles zu behaupten ſuchte) von den Herren Mayer und Hindenburg vortreflich dargethan worden, deren hieher gehörige Schriften man bey dem Worte **Verkalkung** (oben S. 462) angeführt findet.

Daß Erfahrungen mit Gewichten, die an Fäden über Rollen gezogen hängen, dieſe Geſetze beſtätigen, zeigen nicht nur **Schobers** Verſuche, ſondern auch andere von **Atwood** (A courſe of lectures in experimental philoſophy, wovon **Greg. Fontana** 1781 eine italiäniſche Ueberſetzung herausgegeben hat), welche Herr Prof. **Hindenburg** anführt. Es beruht auch auf dieſen Geſetzen alles, was die vornehmſten Mechaniker bisher von der Ueberwucht und dem wirklichen Gange bewegter Maſchinen gelehrt haben.

Käſtner Anfangsgr. der höhern Mechanik. Göttingen, 1766. 8. I. Abſchn. §. 51. S. 34. III. Abſchn. §. 74. S. 273 u. f.

Zurückprallung, ſ. Zurückwerfung.

Zurückſtoßen, Abſtoßen, Repulſion, Repulſio, *Repulſion.* Man bezeichnet mit dieſem Namen das Phänomen, da Körper oder Theile derſelben ſich von einander entfernen, oder wenn ſie aufgehalten werden, ſich zu entfernen ſtreben, und der Annäherung widerſtehen, ohne daß man eine äuſſere Urſache davon gewahr wird. Es iſt alſo das Zurückſtoßen das Entgegengeſezte des Anziehens, ſ. Attraction.

Das Abſtoßen läſt ſich keinesweges als ein allgemeines Phänomen der Körper anſehen. Vielmehr ſcheint gerade das Entgegengeſetzte deſſelben, nemlich die Anziehung aller Materie gemein zu ſeyn. Auch lehrt die Erfahrung, daß Repulſionen nur bey beſondern Stoffen, oder unter beſondern Umſtänden ſtatt finden, z. B. bey elaſtiſchen Flüßigkeiten, deren Theile ſich abzuſtoßen ſcheinen, bey gleichartigen Elektricitäten, gleichnamigen Magnetiſmen u. ſ. w. wo man offenbar ſieht, daß eine fernere Urſache dieſer Erſcheinungen vorhanden ſeyn müſſe, wofür man z. B. Wärmeſtof, elektriſche, magnetiſche Materie u. dgl. annimmt, Stoffe, welche blos ihrer Feinheit halber nicht in die Sinne fallen.

Man muß daher die Bemühungen, ſolche Repulſionen aus weitern phyſiſchen Urſachen zu erklären, auf alle Weiſe billigen. Eine andere Frage aber iſt es, ob man bisher in dieſen Bemühungen glücklich geweſen ſey. Mir ſcheint es faſt, als ob dieſe Frage ſchlechterdings verneint werden müſte. Alles, was man zu Erklärung der Elaſticität flüßiger Materien, ingleichen der elektriſchen und magnetiſchen Repulſionen zu ſagen pflegt, und wovon man das vornehmſte bey den Worten **Elaſticität** (Th. I. S. 701 u. f.) **Elektricität** (Th. I. S. 755. 757. 759.) **Magnet** (Th. III. S. 119 u. f.) findet, iſt nur ſo lang erträglich, als man ſich darauf einſchränkt, es als bloße Erklärung aus gewiſſen Geſetzen, nicht aus den phyſiſchen Urſachen, zu betrachten. Nimmt man nemlich als ein Geſetz an, daß Verbindung mit mehrerem Wärmeſtof die Elaſticität vermehrt; daß im frankliniſchen Syſtem die Theile der elektriſchen

Materie ſich unter einander abſtoßen, von den Theilen der Körper aber angezogen werden; daß in der Hypotheſe von zwo elektriſchen oder von zwo magnetiſchen Materien die Theile der gleichnamigen Materien ſich abſtoßen u. ſ. w., ſo laſſen ſich zwar daraus die Phänomene ſelbſt ganz leicht und richtig herleiten. Aber was ſind denn jene Vorausſetzungen anders, als allgemeine Sätze, in die man blos eine Menge Erfahrungen zuſammengefaßt hat, welche ſich denn ganz natürlich wieder daraus müſſen herleiten laſſen?

Derjenige, der in dieſen Erklärungen die letzten phyſiſchen Urſachen der Repulſionen zu finden vermeinte, würde ſich doch wahrlich nur in einem Kreiſe herumdrehen. Wenn das Abſtoßen der Lufttheile vom Wärmeſtoffe, die elektriſche und magnetiſche Repulſion von gewiſſen feinen Materien u. ſ. w. bewirkt werden ſoll, ſo muß man doch annehmen, Wärmeſtof und dieſe Materien ſeyen ſelbſt elaſtiſche Stoffe, deren Theile ſich abſtoßen. Und nun tritt augenblicklich die Frage ein, was für eine neue Urſache denn das Abſtoßen dieſer Theile bewirke. So iſt ja die Repulſion durch nichts weiter, als durch eine neue Repulſion, erklärt, deren Grund wieder eben ſo dunkel iſt, als es vorhin der Grund jener erſten war.

Noch weniger geht es an, das Zurückſtoßen für die Wirkung einer in dem Körper weſentlich wohnenden Kraft oder Eigenſchaft zu erklären. Eine ſolche Behauptung wäre nicht nur allen den Einwürfen ausgeſetzt, mit welchen die Anziehung, als weſentliche Eigenſchaft der Materie, beſtritten werden kan, ſ. Gravitation (Th. II. S. 527.), ſondern ſie hätte auch noch das wider ſich, daß man ſo einem und eben demſelben Körper auf gut Glück bald Anziehung bald Abſtoßung beylegen müſte, je nachdem man entweder das eine oder das andere nöthig hätte. Zwar äuſſert Newton in einer Stelle ſeiner Optik, die man beym Worte Elaſticität (Th. I. S. 704.) angeführt findet, den Gedanken, daß ſich vielleicht die Anziehung eben ſo in zurückſtoßende Kraft verwandeln könne, wie in der Algebra poſitive Größen durch Null in negative übergehen. Dies ſieht ziemlich ſo aus, als nähme er in den Körpern weſentlich re-

pellirende Kräfte an. Allein man hat ſeine der Optik angehängten Fragen nicht ſchlechterdings für Behauptungen anzuſehen; in den Principien (L. II. Prop. 23.), wo er die Theorie elaſtiſcher Flüßigkeiten abhandlet, erinnert er ſelbſt, man habe die Vorſtellung von repellirenden Kräften der Theile blos als mathematiſche Idee, nicht als Erklärung einer phyſiſchen Urſache anzuſehen.

In der That muß man ſich auch darauf einſchränken, die Idee von Repulſion blos als eine bequeme Vorſtellungs- oder Bezeichnungsart der Phänomene zu betrachten. Der Schein iſt freylich ſo, als ob bisweilen Körper oder Theile der Körper ſich wechſelſeitig abſtießen, und dieſe Vorſtellung reicht oftmals hin, eine Menge einzelner Erſcheinungen und Wirkungen begreiflich zu machen, die gleichſam in ihr zuſammengefaßt liegen; aber die wahre Urſache dieſer Erſcheinungen iſt damit noch nicht erklärt. Eine allgemeine Urſache aller ſcheinbaren Repulſionen giebt es gewiß nicht: in vielen Fällen mag das, was Abſtoßung ſcheint, vielmehr Folge einer Anziehung nach der entgegengeſetzten Seite ſeyn, und manche Arten des Abſtoßens haben offenbar verſchiedene phyſiſche Urſachen, obgleich immer faſt alles, was ſich von dieſen Urſachen ſagen läſt, blos hypothetiſch bleibt.

Viele ſcheinbare Repulſionen laſſen ſich ſehr füglich auf Anziehungen nach der entgegengeſetzten Seite bringen, ſo daß man gar nicht nöthig hat, dabey zu einer **zurückſtoßenden Kraft** ſeine Zuflucht zu nehmen. Ein Beyſpiel hievon giebt der niedrigere Stand des Queckſilbers in Haarröhren, ſ. Haarröhren (Th. II. S. 547.). Wenn aber ein mit Fett oder Oel beſtrichener Körper auf Waſſer, oder Eiſen auf Queckſilber, ſchwimmt, und dabey gleichſam eine Grube in die Oberfläche der flüßigen Materie drückt, ſo daß es ſcheint, als ob der feſte Körper die Theile des flüßigen ringsum zurückſtieße, ſo iſt es nicht ganz ſo leicht, dieſes Phänomen aus bloßen Anziehungen zu erklären. Inzwiſchen drückt doch die Redensart, daß die Theile des Waſſers und Fettes, oder des Queckſilbers und Eiſens, einander zurückſtoßen, nichts weiter, als das

Phänomen ſelbſt aus, deſſen wahre Urſache und Mechanismus dabey unbekannt bleiben.

Zurückwerfung, Zurückprallung, Abprallung, Zurückſpringen, Reflexion, Reflexio, *Reflexion.* So heißt überhaupt die Veränderung der Richtung, welche bewegte Körper vermöge der Elaſticität leiden, wenn ſie an Hinderniſſe ſtoßen, und dadurch abgehalten werden, ihre Bewegung in der vorigen Richtung fortzuſetzen. Es iſt eine nothwendige Bedingung bey der Reflexion, daß entweder der bewegte Körper ſelbſt, oder das Hinderniß, an das er ſtößt, oder auch beyde zugleich, elaſtiſch ſind. Beym Stoße völlig unelaſtiſcher Maſſen kan kein Zurückſpringen ſtatt finden, und wenn alsdann das Hinderniß unbeweglich (d. i. mit der Erde ſelbſt verbunden oder unendlich groß) iſt, ſo verſchwindet nach dem geraden Stoße die Geſchwindigkeit völlig (ſ. Stoß oben S. 215.), und die Bewegung hört gänzlich auf. Weil aber faſt alle bekannte Körper in einigem Grade Elaſticität beſitzen, ſo wird es in der Ausübung wenig Fälle geben, bey denen ſich nicht, wenn ein bewegter Körper an einen andern unbewegten ſtößt, Wirkungen des Zurückſpringens zeigen ſollten.

Die Erfahrung lehrt, daß Körper, welche gegen unbewegliche Hinderniſſe ſenkrecht ſtoßen, von denſelben wiederum ſenkrecht, und alſo nach der ihrer vorigen Bewegung gerade entgegengeſetzten Richtung, zurückſpringen, dahingegen beym ſchiefen Stoße das Abprallen unter eben dem Winkel erfolgt, unter welchem der Körper anſtößt, ſo daß allezeit der Zurückwerfungswinkel dem Einfallswinkel gleich iſt.

Geſetzt, das Hinderniß ſey vollkommen elaſtiſch, und ſeine Vorderfläche werde von einer vollkommen harten Kugel ſenkrecht geſtoßen. In dieſem Falle wird die Kugel einen Eindruck in das Hinderniß machen, und die Geſtalt deſſelben ein wenig ändern. Hiezu wird ein kleiner Zeitraum erfordert, während deſſen die Geſchwindigkeit des bewegten Körpers immer mehr vermindert wird, bis endlich ſeine Bewegung völlig aufhört, und die Veränderung der Ge-

ſtalt des Hinderniſſes den höchſten Grad erreicht hat. Alsdann wird daſſelbe wegen ſeiner vollkommenen Elaſticität die vorige Geſtalt wiederum annehmen, den beweglichen Körper nach der entgegengeſetzten Richtung zurücktreiben, und ihm in einem eben ſo langen kleinen Zeitraume ſtufenweiſe alle diejenigen Grade der Geſchwindigkeit, die er während des Stoßes verlohren hatte, in umgekehrter Ordnung wiedergeben, ſo daß in dem Augenblicke, in welchem das Hinderniß die anfängliche Geſtalt wieder erreicht, auch der Körper ſeine vorige Geſchwindigkeit, aber in einer gerade entgegengeſetzten Richtung, wieder erhalten haben wird.

Eben dieſes wird auch erfolgen, wenn das Hinderniß vollkommen hart, aber der bewegte Körper vollkommen elaſtiſch iſt. In dieſem Falle nemlich wird durch den Stoß die Geſtalt des Körpers ſelbſt ſo lange geändert, bis endlich ſeine ganze Bewegung aufgehoben iſt. Alsdann ſtellt ſich durch ſeine Elaſticität die vorige Geſtalt wiederum her, und da dieſes wegen des unbeweglichen Hinderniſſes nicht anders, als mit Fortſchiebung ſeiner Theile geſchehen kan, welche die hierdurch empfangene Bewegung vermöge der Trägheit behalten, ſo muß der Körper die ganze durch Stoß und Zuſammendrückung verlohrne Geſchwindigkeit rückwärts wieder bekommen.

Endlich geſchieht auch eben daſſelbe, wenn der Körper ſowohl, als das Hinderniß, beyde elaſtiſch ſind. Alsdann ändern beyde ihre Geſtalt ſo lange, bis die Bewegung aufhört; weil aber alsdann vermittelſt der Federkraft in jedem Körper die Veränderung wiederhergeſtellt wird, die er erlitten hat, ſo bekömmt auch hier der bewegte eben ſo viel, als er verlohren hatte, d. i. ſeine ganze vorige Geſchwindigkeit, rückwärts wieder.

Die Geſetze des Stoßes elaſtiſcher Körper führen auf eben dieſes Reſultat, wenn man in der oben (S. 220.) mitgetheilten Formel $V = 2x - C$, die eine Maſſe unbeweglich ſetzt. Es wird alsdann nach dem, was S. 216. vorgetragen iſt, $x = 0$, mithin $V = -C$, oder die Geſchwindigkeit

nach dem Stoße iſt der vor demſelben gleich und entgegengeſetzt.

Trift der bewegte Körper, wie Taf. XXVII. Fig. 100, auf die ebne Fläche des unbeweglichen Hinderniſſes RS in der ſchiefen Richtung TM, welche mit jener Ebne den Winkel TMS macht, ſo wird er das Hinderniß zuerſt im Punkte i berühren, und in daſſelbe nach und nach den Eindruck ip machen, während deſſen die Geſchwindigkeit ſeines Fortgangs immer mehr vermindert wird. Weil hiebey, wenn man ſich den Körper kugelförmig vorſtellt, die vorangehende Helfte nicht in ihrer Mitte, ſondern an der Seite bey i den erſten Widerſtand leidet, dagegen auf der andern gegen p gekehrten Seite kein Widerſtand ſtatt findet, ſo werden Veränderung der Geſtalt und Verminderung der Bewegung jetzt nicht nach der Richtung MT erfolgen, ſie werden vielmehr nach der Richtung iI anfangen, und des Körpers wahre Bewegung ſo ändern, daß ſein Schwerpunkt von I bis m, wo die Bewegung ganz aufhört, eine krumme Linie Im beſchreibt. Von nun an aber ſtellt ſich die Geſtalt des elaſtiſchen Hinderniſſes wiederum her, und giebt in umgekehrter Ordnung den Theilen des Körpers die vorige Geſchwindigkeit wieder. Die Folge hievon iſt, daß der Schwerpunkt des Körpers von m bis P eine Curve beſchreibt, die der Curve mI vollkommen gleich und ähnlich iſt, daher der Körper in p das Hinderniß mit eben der Geſchwindigkeit verläßt, mit welcher er in i daſſelbe zuerſt berührte, und der Zurückwerfungswinkel QMR dem Einfallswinkel TMS vollkommen gleich wird. Auf eben dieſe Art wird mit den nöthigen Abänderungen leicht begreiflich, daß eben dieſes Geſetz ſtatt findet, wenn das Hinderniß vollkommen hart, der Körper aber elaſtiſch iſt, oder wenn der Körper ſowohl, als das Hinderniß, beyde elaſtiſch ſind.

Eben dieſes läſt ſich dadurch erweiſen, daß man die Bewegung des Körpers nach TM, in zween Theile zerlegt, deren einer auf die Ebne des Hinderniſſes ſenkrecht iſt, der andere mit ihr parallel läuft. Dieſe Theile ſind TS und SM. Der Theil TS oder LM, der die Ebne RS

ſenkrecht trifſt, wird von ihr nach dem vorhin erwieſenen Geſetze der Zurückwerfung beym ſenkrechten Stoße ſo reflectirt, daß nach dem Stoße eine eben ſo geſchwinde Bewegung nach der entgegengeſetzten Richtung ML erfolgt; der andere Theil SM wird gar nicht verändert, weil ihm die Ebne nicht im Wege iſt; er dauret alſo nach dem Stoße unverändert nach der Richtung MR fort. So läſt ſich die ganze Bewegung nach dem Stoße, als zuſammengeſetzt anſehen aus ML = TS und MR = SM. Sie geſchieht alſo in MQ der Diagonallinie des Rechtecks MRQL, welche wegen der Gleichheit der Dreyecke MQR und MTS der Linie TM gleich iſt, mit der Ebne RS den Winkel QMR = TMS macht, und in der verlängerten Ebne TMS oder LMT liegt, ſo daß hieraus folgendes allgemeine Geſetz der Zurückwerfung (lex reflexionis) erhellet: **Der Weg des zurückprallenden Körpers liegt in einer Ebne, welche durch die Linie TM, nach der der Körper auffiel, auf die zurückwerfende Ebne RS ſenkrecht ſteht (ſ. Zurückwerfungsebne), und macht mit der letztern einen eben ſo großen Winkel, als den, unter welchem der Körper auffiel; auch wird der neue Weg MQ mit eben der Geſchwindigkeit, wie der vorige TM, beſchrieben.** Dieſes Geſetz umfaſſet auch den Fall des ſenkrechten Stoßes, wo der Körper nach LM auffällt, und in eben der Linie gleich geſchwind zurückgeht, wobey LMS und LMR beydes rechte Winkel werden.

Kürzer drückt man dieſes ſo aus: **Der zurückprallende Körper bleibt in der Zurückwerfungsebne durch TM und LM (das Einfallsloth), behält ſeine vorige Geſchwindigkeit, und es iſt der Zurückwerfungswinkel QMR dem Einfallswinkel TMS gleich.** Hiebey wird unter dem Einfallswinkel derjenige verſtanden, welchen der Weg des auffallenden Körpers mit der zurückwerfenden Fläche ſelbſt macht. Will man darunter den Winkel LMT verſtehen, den dieſer Weg mit dem Einfallslothe LM macht, und welcher das Complement des vorigen iſt (wie bey der Lehre vom Lichte zu geſchehen pflegt,

ſ. Einfallswinkel), ſo muß man in dem Geſetze der Zurückwerfung auch ſtatt des Reflexionswinkels QMR, ſein Complement LMQ ſubſtituiren.

Dieſes Geſetz findet allerdings nur bey elaſtiſchen Materien ſtatt. In der Ausübung, wo die Körper ſelten eine vollkommne Elaſticität beſitzen, erlangt der zurückprallende nicht völlig ſeine vorige Geſchwindigkeit wieder, daher MQ etwas kleiner, als TM, wird. Weil MR hiebey unverändert bleibt, ſo wird der Zurückwerfungswinkel etwas kleiner, als der Einfallswinkel war. Auch tragen die gewöhnlichen Hinderniſſe der Bewegung, Reiben und Widerſtand der Luft, mit dazu bey, Abweichungen von der völligen Schärfe des Geſetzes zu veranlaſſen. Dem Geſetze gemäß ſollte eine elaſtiſche Kugel, die man auf einen feſten Boden fallen läſt, völlig eben ſo hoch zurückſpringen, als ſie herabfiel; von dieſer Höhe müſte ſie dann zum zweytenmale herabfallen, und wiederum ſo hoch zurückſpringen u. ſ. w.; ſo daß ihr abwechſelndes Fallen und Aufſpringen der Regel nach unvermindert ins Unendliche fortdauern ſollte. Nur die Unvollkommenheit ihrer Elaſticität und die Hinderniſſe der Bewegung machen, daß die Höhen, auf welche ſie ſpringt, immer kleiner werden, und daß ſie zuletzt ganz auf dem Boden ruhend bleibt. Eben dieſes zeigt ſich auch beym ſchiefen Abprallen. Ein flacher Stein, den man mit großer Geſchwindigkeit und unter einem kleinen Winkel gegen die Oberfläche des Waſſers wirft, prallt von derſelben ab, beſchreibt nach den Geſetzen der Wurfbewegung einen paraboliſchen Bogen, der ihn zum zweytenmale unter eben dem Winkel an die Waſſerfläche bringt, ein zweytes Abprallen veranlaßt u. ſ. w., ſo daß der Stein unaufhörlich gleich große Bogen beſchreiben, und über die ganze Waſſerfläche, ſo groß ſie immer ſeyn möchte, fortgehen ſollte. Aber wegen der vorerwähnten Hinderniſſe werden die Reflexionswinkel immer kleiner, und die Bogen immer kürzer, bis endlich der Stein gar nicht mehr zurückgeworfen wird und unterſinkt.

Inzwiſchen wird man in Fällen, wo ſowohl der bewegte Körper, als das Hinderniß, beyde ſehr elaſtiſch ſind,

wie z. B. bey der Reflexion elfenbeinerner Kugeln an den Banden des Billards, wenigſtens beym erſten Abprallen, keine merklichen Abweichungen von der Regel finden. Hier ſind Einfalls- und Zurückwerfungswinkel genau gleich, beſonders wenn die Geſchwindigkeit noch ſtark iſt, und durch Reiben und Umdrehung um die Axe u. ſ. w. im Zeitpunkte der Reflexion nicht ſehr geändert wird. Man pflegt ſich in der Experimentalphyſik, um das Geſetz der Reflexion zu beſtätigen, eines kleinen Billards zu bedienen, auf welchem man der abprallenden Kugel den Weg, den ſie nehmen muß, vorzeichnet, indem man den Zurückwerfungswinkel eben ſo groß, als den Einfallswinkel, macht.

Das Geſetz des Abprallens unter gleichem Winkel fällt überhaupt bey unzählbaren Veranlaſſungen ſo deutlich in die Augen, daß es keinem aufmerkſamen Beobachter der Natur entgehen kan. Es muſte daher ſehr frühzeitig entdekt werden, und war den Alten längſt bekannt, wiewohl man darinn irrte, daß man es nicht auf elaſtiſche Körper allein einſchränkte, ſondern als ein allgemeines für alle Arten der Körper geltendes Bewegungsgeſetz annahm.

Durch dieſen Irrthum ward Descartes verführt, alles Zurückſpringen überhaupt als unmittelbare und nothwendige Folge der gehinderten vorigen Bewegung zu betrachten, und auf Elaſticität, von der er ohnehin keinen deutlichen Begrif hatte, hiebey gar nicht zu ſehen. Er betrachtete nemlich die Bewegung durch ML, Taf. XXVII. Fig. 100. nicht als das Entgegengeſetzte der vorigen Bewegung durch LM; er ſahe vielmehr beyde Bewegungen als gleichartig und die Ruhe als das Entgegengeſetzte von beyden an, und legte dem Körper die Bewegung als etwas ganz Weſentliches bey, das ihn hindere in Ruhe zu kommen, und ihn nöthige rückwärts zu gehen, wenn er weiter vorwärts zu kommen gehindert werde. Beym ſchiefen Stoße, glaubte er, werde derjenige Theil der Bewegung, der auf die Ebne des Hinderniſſes ſenkrecht treffe, zurückgewendet, und combinire ſich nachher mit dem andern unveränderten Theile ſo, daß daraus das Abprallen unter gleichem Winkel erfolge. Er macht hiebey gar keinen Un-

terſchied zwiſchen elaſtiſchen und unelaſtiſchen Körpern, und leitete alles aus der fortdaurenden Kraft, ſich zu bewegen, her, die den Körper nicht ruhen laſſe, ſondern rückwärts treibe, wenn er vorwärts durch ein Hinderniß gehemmt würde. Er nahm alſo auch keinen Zeitraum an, durch den die Reflexion daure, ſondern ließ ſie in dem einzigen Augenblicke der Berührung geſchehen, und den Körper ſeine Geſchwindigkeit ohne alle Veränderung behalten.

Erſt die Erfinder der wahren Geſetze des Stoßes, ſ. Stoß (oben S. 232. u. f.) unterſchieden richtig zwiſchen harten und elaſtiſchen Körpern, und ſahen alle Zurückwerfung mit Recht als bloße Folge der Elaſticität an. Bey Wrenn's und Huygens Darſtellung der Geſetze des Stoßes liegen ſchon die richtigern Begriffe zum Grunde, welche Newton nachher durch ſeine Beſtimmung der Idee von Trägheit feſtgeſetzt hat, und nach welchen eine Bewegung an ſich allein nur nach ebenderſelben Richtung (in directum) fortdauert, in die nach der entgegengeſetzten Richtung aber nicht anders, als durch Ruhe übergehen kan, ſo daß ſich die Bewegungen durch LM und ML wie entgegengeſetzte Größen verhalten, deren eine ſich in die andere nicht anders, als vermittelſt eines Uebergangs durch Null, verwandlet. Dieſen Begriffen gemäß wird die vorige Bewegung des anſtoßenden Körpers durch das Hinderniß mit Veränderung der Geſtalt nach und nach aufgehoben, bis endlich ein Augenblick der Ruhe erfolgt, und von dieſem Augenblicke an wird eben ſo allmählich durch Wiederherſtellung der Geſtalt die entgegengeſetzte Bewegung erzeugt, und das Zurückſpringen veranlaſſet. Hier dauert die Reflexion durch einen kleinen Zeitraum, in deſſen erſter Helfte die Geſchwindigkeit des Körpers bis auf Null abnimmt, in der zweyten aber ſtufenweiſe eine gleiche Geſchwindigkeit nach entgegengeſetzter Richtung erzeugt wird. Auch wird nun das Zurückſpringen lediglich eine Folge der Elaſticität, und findet nur in dem Grade ſtatt, in welchem die Körper elaſtiſch ſind.

Es läſt ſich erweiſen, daß unter allen Wegen, welche den Körper Taf. XXVII. Fig. 101. von irgend einem

Punkte D zu einem andern F ſo führen, daß er vorher die Ebne GE trift, und dann erſt nach F geht, derjenige Weg der kürzeſte mögliche ſey, welcher durch zwo gerade Linien DH und HF bezeichnet wird, die mit den beyden aus D und F auf GE gefällten Lothen DE und FG in einerley Ebne liegen, und ſich gegen die Ebne GE unter gleichen Winkeln x und y neigen. Denn erſtens müſſen die Linien, welche auf ſolche Art von D nach H, und von H nach F führen, gerade Linien ſeyn, wenn der Weg DH + HF der kürzeſte mögliche werden ſoll. Wäre nemlich eine davon, z. B. DH, eine krumme Linie, ſo führte die gerade Linie zwiſchen D und H ebendahin durch einen kürzern Weg. Zweytens muß der Punkt H, durch den der kürzeſte Weg führt, in der Linie GE liegen, welche die Endpunkte der beyden Lothe DE und FG verbindet. Denn läge er auſſer dieſer Linie, wie etwa in I, über oder unter der Fläche des Papieres, ſo könnte man von I auf GE das Perpendikel IL fällen, und weil alsdann in den rechtwinklichten Dreyecken DLI, FLI die Seiten DL und FL kürzer, als die Hypothenuſen DI und FI, ſeyn würden, ſo wäre der Weg durch DLF kürzer, als der durch DIF, mithin der ſupponirte durch den Punkt I führende nicht der kürzeſte.

Es iſt alſo noch die Frage, wo H auf der Linie GE anzunehmen ſey, damit der Weg DH + HF ein Minimum werde. Nun nenne man das Loth DE = b, das Loth FG = c, den Abſtand GE = e, und ſetze des Punkts H Entfernung von E oder EH = z, ſo wird HG = e − z. Man hat alsdann in den rechtwinklichten Dreyecken DEH und FGH

$$DH^2 = DE^2 + EH^2 = b^2 + z^2$$
$$HF^2 = FG^2 + HG^2 = c^2 + (e-z)^2$$

woraus die Differentiale von DH und HF

$$dDH = \frac{zdz}{DH} \text{ und } dHF = -\frac{(e-z)\,dz}{HF}$$

gefunden werden. Soll nun DH + HF ein Kleinſtes werden, ſo muß die Summe dieſer Differentiale = o, mithin

$$\frac{z}{DH} = \frac{e-z}{HF}$$

ſeyn. Es lehrt aber die Betrachtung der Figur, daß von dieſen beyden Ausdrücken der erſte der Coſinus des Winkels x, der letzte der Coſinus des Winkels y ſey. Hieraus ergiebt ſich, daß der Weg DH + HF der kürzeſte mögliche iſt, wenn der Punkt H ſo genommen wird, daß die Coſinus der Winkel x und y, oder was eben ſo viel iſt, dieſe Winkel ſelbſt, einander gleich werden.

Der zurückprallende Körper aber nimmt dem Geſetze der Reflexion gemäß einen geradlinigten Weg, der in der Ebne bleibt, in welcher die aus ſeiner Bahn auf die Ebne des Hinderniſſes gefällten Lothe liegen, und in welchem die vorgenannten Winkel x und y gleich ſind. Er wird alſo den vorhergehenden Betrachtungen zufolge von jedem Punkte ſeiner ganzen Bahn zum andern auf dem kürzeſten Wege unter allen möglichen geführt. Wenn man mit Herrn von **Maupertuis** unter Größe der Wirkung das Product aus Maſſe, Raum und Geſchwindigkeit verſteht, ſo folgt, daß hier, wo Maſſe und Geſchwindigkeit ungeändert bleiben, mithin die Größe der Wirkung allein vom Raume oder von der Länge des zurückgelegten Weges abhängt, auch die Wirkung ein Kleinſtes ſey, daß alſo die Natur bey der Zurückwerfung das Geſetz der Sparſamkeit befolge, ſ. **Wirkung**. Dieſer Satz bleibt immer merkwürdig, ob man ſich gleich enthalten muß, nach dem Beyſpiele des Herrn von **Maupertuis** die Ordnung der Schlüße umzukehren, und das Geſetz der Reflexion aus dem voraus angenommenen Satze der kleinſten Wirkung zu folgern oder zu demonſtriren.

Käſtner Anfangsgr. d. höhern Mechanik. Göttingen, 1766. 8. III. Abſch. §. 173 u. f. S. 339. u. f.

Zurückwerfung der Lichtſtralen, Reflexion des Lichts, Zurückſtralung, Reflexio radiorum lucis, *Reflexion de la lumiere*. Das Abprallen oder Zurückgehen der Lichtſtralen, wenn ſie auf Oberflächen ſolcher Körper fallen, welche entweder ganz, oder doch in einigem Grade, undurchſichtig ſind. So ſendet die undurchſichtige Fläche DE (Taf. XXVII. Fig. 102.) den Lichtſtral AB nach der Rich-

tung BC zurück. Iſt die Fläche DE zugleich glatt, ſo werden die Stralen in eben der Ordnung zurückgeworfen, in welcher ſie einfielen, und zeigen dem Auge Bilder der Gegenſtände, von denen ſie herkommen; da hingegen eine rauhe Fläche das Licht ſo unordentlich und nach ſo mancherley verſchiedenen Richtungen zurückwirft, daß das Auge auf ihr keine Bilder der Gegenſtände ſieht, ſondern nur Erleuchtung bemerkt, wodurch die Fläche ſelbſt ſichtbar wird, ſ. **Spiegel, Bild.** Hierauf beruhen die Phänomene des Sehens vermittelſt der Spiegel, und die Wiſſenſchaft, in welcher dieſe Erſcheinungen aus dem Geſetze der Zurückſtralung hergeleitet werden, heißt die **Spiegelkunſt** oder **Katoptrik.**

Um das Geſetz, nach welchem ſich die Zurückſtralung richtet, genau beſtimmen zu können, ſtellt man ſich Taf. XXVII. Fig. 102. an dem **Einfallspunkte** B, wo der **einfallende Stral** (radius incidens) AB die zurückwerfende Fläche DBE trift, eine auf dieſer Fläche lothrecht ſtehende Linie FB vor. Dieſe Linie heißt das **Einfallsloth** oder **Neigungsloth** (cathetus incidentiae), der Winkel, den der einfallende Stral mit ihr macht, ABF oder u, der **Einfallswinkel** (angulus incidentiae), der Winkel, den der **zurückgeworfene Stral** BC mit ihr macht, FBC oder y, der **Zurückwerfungs-** oder **Reflexionswinkel** (angulus reflexionis). Sehr oft werden aber auch diejenigen Winkel, welche der einfallende und zurückgeworfene Stral mit der Ebne DE ſelbſt machen, (nemlich ABD und CBE, oder o und x, welche die Complemente von u und y ſind) mit den Namen des Einfalls- oder Neigungs- und Reflexionswinkel belegt, ſ. **Zurückwerfungswinkel.** Die Ebne durch das Einfallsloth und den einfallenden Stral, oder die verlängerte Ebne des Einfallswinkels ABF (und ABD) heißt die **Zurückwerfungsebne** (planum reflexionis).

Dies vorausgeſetzt, iſt nun das Geſetz der **Zurückſtralung** folgendes:

1. **Wenn ein Lichtſtral von einer undurchſichtigen Fläche zurückgeworfen wird, ſo machen der**

einfallende und der zurückgeworfene Stral mit der Fläche ſelbſt (mithin auch mit dem Einfallslothe) gleiche Winkel, oder: Der Reflexionswinkel iſt dem Einfallswinkel gleich. Dieſer Satz gilt, in welchem Sinne man auch die Benennungen des Einfalls- und Reflexionswinkels nehmen mag (es iſt nemlich o = x, und u = y).

2. Der zurückgeworfene Stral bleibt in der Zurückwerfungsebne, welches in der Figur die Fläche des Papieres iſt. Daher darf man ſich bey allen katoptriſchen Zeichnungen verſtatten, die zurückgeworfenen Stralen in der Ebne des Papiers fortgehen zu laſſen, wofern nur die einfallenden Stralen und die Einfallslothe ebenfalls in dieſer Ebne liegen.

Die Erfahrung beſtätiget dieſes Geſetz auf ſehr mannigfaltige Art. So oft wir eine Sache im Planſpiegel ſehen, ſo oft laſſen ſich auch aus ihr und aus unſerm Auge gerade Linien nach dem Punkte des Spiegels, hinter dem ſie erſcheint, ziehen, welche mit der Ebne des Spiegels gleiche Winkel machen. Dieſe Linien aber ſind die Wege des einfallenden und des zurückgeworfenen Lichts. Setzt man eine ebne Fläche, wie ADEC, auf einen Spiegel ſenkrecht, nimmt auf ihrem Durchſchnitte mit ſelbigem BD = BE, und errichtet aus D und E gleiche Perpendikel DA und EC, ſo daß die Winkel o und x gleich werden, ſo wird ein glänzender Gegenſtand, z. B. eine Stecknadel, in einen Punkt der Linie AB geſteckt, einem Auge, das ſich in der Linie BC befindet, im Spiegel in der verlängerten CB erſcheinen, und nicht mehr geſehen werden, wenn man den Punkt B bedeckt, oder eine zweyte Nadel in die Linie BC ſteckt, vor welcher das Auge den Punkt C nicht ſehen kan. Im verfinſterten Zimmer, wo man den Weg des durch eine enge Oefnung einfallenden Lichtſtrales ſehen, ihm einen Spiegel vorhalten und die Einfalls- und Reflexionswinkel meſſen kan, zeigt ſich die Richtigkeit dieſes Geſetzes noch deutlicher. Auch ſtimmen alle auf daſſelbe gebaute Theorien und Erklärungen mit der Erfahrung vollkommen überein, ſ. die Worte Spiegel, Hohlſpiegel, Brennſpiegel, Regenbogen.

Das Geſetz der Gleichheit des Einfalls- und Zurückſtralungswinkels iſt ſehr frühzeitig entdeckt, und ſchon von den Weltweiſen der platoniſchen Schule überall erwähnt worden, wo ſie vom Wege des Lichts und vom Bilde im Spiegel reden. Wer es zuerſt bemerkt habe, iſt nicht bekannt. **Prieſtley** glaubt, die Beobachtung der Sonnenſtralen, wie ſie von der Oberfläche des Waſſers oder eines andern glatten Körpers zurückgeworfen werden, oder die Lage der Bilder, welche dergleichen Oberflächen dem Auge darſtellen, habe zu dieſer Entdeckung Anlaß gegeben. Denn ſobald man hierauf Achtung gab, muſte man bemerken, daß wenn der Stral faſt ſenkrecht auffiel, er auch eben ſo wiederum zurückprallte; daß er aber ſchief zurückgieng, wenn er ſchief aufgefallen war. Machte man einige noch ſo rohe und unvollkommene Verſuche, dieſe Winkel zu meſſen, ſo muſte man ihre Gleichheit finden und für erwieſen annehmen, auch bemerken, daß der einfallende und zurückgehende Stral beyde in ebenderſelben auf die zurückwerfende Fläche ſenkrechten Ebne ſind.

Das Geſetz der Zurückſtralung kömmt ganz überein mit dem allgemeinen Geſetze, nach welchem Körper von unbeweglichen Hinderniſſen vermittelſt der Elaſticität reflectirt werden, ſ. den vorhergehenden Artikel **Zurückwerfung.** Es war daher ſehr natürlich, die Zurückſtralung als eine Wirkung des Stoßes anzuſehen, welchen das auf undurchdringliche Hinderniſſe treffende Licht erleidet. **Descartes,** der die Reflexion überhaupt als weſentliche Folge der Bewegungskraft anſahe, erklärte aus dieſem Grunde die Zurückſtralung eben ſo, wie jede Zurückwerfung feſter Körper, ohne auf Elaſticität Rückſicht zu nehmen. Ein ſenkrecht anſtoßender Lichtſtral geht nach ſeiner Meinung in ſich ſelbſt zurück, weil ſich das ſtoßende Lichttheilchen gerade rückwärts bewegen muß, da es vorwärts weiter zu gehen gehemmt wird, und doch vermöge ſeiner Bewegungskraft nicht ruhen kan; des ſchief anſtoßenden Bewegung läſt ſich nach zwo Richtungen zerlegen, ſo daß ein Theil auf die zurückwerfende Fläche ſenkrecht, der andere mit ihr parallel iſt; nach jener Richtung wird der Lichttheil ſenkrecht reflectirt, nach

dieſer behält er die vorige Bewegung ungeändert bey; aus beyden entſteht eine neue zuſammengeſetzte Bewegung nach einer Diagonale, welche mit der reflectirenden Fläche ſelbſt auf der entgegengeſetzten Seite einen eben ſo großen Winkel macht, als der Weg des einfallenden Strales mit ebenderſelben Fläche auf jener Seite bildete.

Huygens kannte zwar die Geſetze des Stoßes richtiger, als Descartes, und ſuchte die Urſache der Reflexion mit Recht in der Elaſticität der Körper, allein er fand auch hiebey kein Bedenken, die Zurückſtralung als eine Wirkung des Stoßes anzuſehen. Das Licht beſteht nach ihm aus wellenförmig fortgepflanzten Schwingungen eines elaſtiſchen Mittels, und geht nach Linien fort, auf welchen die nebeneinanderliegenden Reihen der einzelnen Schwingungen oder ihrer Mittelpunte ſenkrecht ſtehen, ſ. **Brechung der Lichtſtralen** (Th. I. S. 423 u. f.). Da nun jedes elaſtiſche Theilchen, wenn es an eine Fläche ſtößt, unter gleichem Winkel reflectirt wird, ſo werden auch ganze Reihen ſolcher Theilchen nach eben dem Geſetze zurückgeworfen, und der Fortgang des Lichts ſelbſt nimmt einen Weg, der ſich nach eben dieſer Regel richtet. Dieſe Erklärung der Reflexion hat auch **Euler** (Nova theor. lucis et colorum in Opuſc. varii argum. Berol. 1746. 4. Cap. IV. §. 71. 72.) in ſein Syſtem aufgenommen; und da durch dieſes Abprallen blos die Richtung, nicht aber die Geſchwindigkeit, geändert wird, ſo erklärt er daraus ſehr natürlich, warum bey der Zurückſtralung keine Farbenzerſtreuung entſtehe, weil nemlich die Pulſus blos ihre Richtung ändern, ohne in ihren Abſtänden von einander und in ihrer ſchnellern oder langſamern Succeſſion, wovon die Farben abhängen, die mindeſte Veränderung zu leiden. Uebrigens unterſcheidet **Euler** noch ſpiegelnde und blos erleuchtete Flächen ſo von einander, daß jene die anſtoßenden Pulſus ſelbſt reflectiren, wodurch im Auge die Erſcheinung des Bildes entſteht, dieſe hingegen durch den anſtoßenden Aether ſelbſt in neue Schwingungen gerathen und ſelbige bis zum Auge fortpflanzen, wodurch ſie ſelbſt als erleuchtete Flächen mit ihrer eigen-

thümlichen Farbe ſichtbar werden, ſ. Licht (Th. II. S. 899), Spiegel (oben S. 122).

So leicht und einfach aber auch dieſe mechaniſche Erklärung der Zurückſtralung aus den allgemeinen Geſetzen des Stoßes elaſtiſcher Körper ausfällt, ſo zeigen ſich doch bey genauerer Betrachtung unüberwindliche Schwierigkeiten gegen dieſelbe. Wenn man alle Umſtände der Erſcheinungen unterſucht, ſo findet man es mit Newton (Optices L. II. P. 3. Prop. 8. p. 224.) gar nicht mehr wahrſcheinlich, daß die Zurückſtralung eine Wirkung des Stoßes der Lichtſtralen an undurchſichtige Flächen ſey. Vielmehr kommen bey der Reflexion Umſtände vor, welche ſich aus dem Anſtoßen des Lichts ſchlechterdings nicht mehr erklären laſſen.

Das Licht wird nicht allein reflectirt, wenn es aus der Luft an eine Glas- oder Metallfläche trift, wo ihm mehr undurchdringliche Theile, als auf ſeinem vorigen Wege in der Luft, entgegenſtehen; ſondern es leidet auch Zurückwerfung, wenn es aus Glas in Luft übergehen ſollte, wofern nur alsdann an der letzten Glasfläche ſein Einfallswinkel ſo groß iſt, daß dem Brechungsverhältniſſe gemäß der Sinus des Brechungswinkels größer, als 1, ſeyn müſte, ſ. Brechung der Lichtſtralen (Th. I. S. 414. 415). Dies geſchieht, wenn man das Brechungsverhältniß = m : n ſetzt, ſo oft der Sinus des Einfallswinkels größer, als $\frac{n}{m}$ wird. Alſo für die blauen Farbenſtralen (wo m : n = 78 : 50), wenn dieſer Sinus über $\frac{50}{78}$, oder der Einfallswinkel ſelbſt über 39° 52′ beträgt, für die rothen (wo m : n = 77 : 50), wenn der Sinus über $\frac{50}{77}$, oder der Winkel über 40° 29′ iſt; mithin beym blauen Lichte ſchon bey einem geringern Einfallswinkel, als beym rothen. Wenn man alſo einen Lichtſtral durch ein gläſernes Prisma ſo gehen läßt, daß der Einfallswinkel deſſelben auf der hintern Glasfläche nahe an 40° ausmacht, ſo wird man das rothe und gelbe Licht noch durch die Glasfläche gehen und in die Luft ausfahren ſehen, indeß das blaue und violette Licht nicht mehr ausgeht, ſon-

dern völlig nach dem Geſetze der Zurückſtralung reflectirt wird.

Kan man wohl in dieſem Falle die Reflexion aus dem Stoße der Lichttheile gegen die angrenzende Luftfläche herleiten? Alle Theile des Lichts, blaue wie rothe, treffen ja dieſe Fläche unter einerley Winkel, und finden an ihr gewiß nicht mehr, ſondern eher weit weniger feſte undurchdringliche Theile, als ſie auf ihrem vorigen Wege im Glaſe antrafen. Warum ſtoßen ſich denn nur die blauen ſo ſtark, daß ſie zurückprallen, und warum denn die rothen gar nicht? Noch mehr, wenn man den Verſuch im luftleeren Raume anſtellt, wo an der hintern Glasfläche gar nichts vorhanden iſt, woran ſich das Licht ſtoßen könnte, ſo findet man dennoch die Reflexion nicht etwa geſchwacht, ſondern im Gegentheile befördert; die Stralen werden ſchon bey geringern Einfallswinkeln zurückgeworfen, und diejenigen, welche vorher noch unter einer Schiefe von 40° in die Luft ausgiengen, gehen jetzt ſchon unter geringerer Schiefe in den luftleeren Raum nicht mehr aus. Kurz, es gewinnt völlig das Anſehen, als ob dieſe Reflexion nicht vom Stoße gegen Luft oder Vacuum, ſondern vielmehr von dem, was dem Stoße und Widerſtande gerade entgegengeſetzt iſt, nemlich von der Anziehung des Glaſes abhienge, welche auf blaues Licht ſtärker, als auf rothes, wirkt, und mehr vermag, wenn ſie blos leeren Raum wider ſich hat, als wenn ihr die Anziehung der Luft entgegenwirkt.

Man wird in dieſen Gedanken noch mehr beſtärkt, wenn man an die Hinterfläche des Prisma Waſſer, oder eine dicht anpaſſende Glasſcheibe bringt. Denn nunmehr wird das Licht, das vorher zurückprallte, nicht mehr reflectirt, ſondern geht durch und dringt in das Waſſer, oder in die Glasſcheibe ein. Sollte ſich denn nun das Licht am leeren Raume ſtärker ſtoßen, als am Waſſer, oder an der angelegten Glasſcheibe? Dieſer letzte Verſuch zeigt überdieſes, daß es ſich auch nicht an der Hinterfläche des Prisma ſelbſt ſtoßen kan. Denn geſchähe dies einmal, warum ſollte es nicht immer noch geſchehen, wenn dieſe Fläche von auſſen an Waſſer oder anderes Glas grenzt, da das Licht

von innen kömmt, und die äußere Berührung mit Waſſer oder Glas an den Eigenſchaften der Fläche nichts ändern kan?

Wenn man in einem verfinſterten Zimmer die Farben, welche durch ein Prisma von einander geſondert ſind, eine nach der andern auf ein zweytes Prisma in ziemlicher Entfernung vom erſten, und alle unter demſelben Neigungswinkel, fallen läſt, ſo kan man dieſes zweyte Prisma gegen die einfallenden Stralen ſo ſtellen, daß die blauen alle zurückprallen, und die rothen meiſtens durchgehen. Würde nun die Reflexion vom Stoße an die Theile des Glaſes oder der Luft verurſachet, ſo fragt Newton, warum bey einerley Neigung die blauen Stralen alle gerade auf Theilchen treffen, die ſie ſtoßen und zurückſenden, da hingegen die rothen genug ofne Durchgänge finden?

Wenn die Stralen durch ihren Stoß an die Theile der Körper zurückgetrieben würden, ſo könnten dünne Scheiben oder Blaſen nicht an einer und eben derſelben Stelle Stralen von der einen Farbe zurückwerfen, und die von einer andern durchlaſſen, wie ſie doch thun. Denn es wäre ein unbegreiflicher Zufall, daß an einer Stelle die blauen Stralen gerade auf die ſoliden Theilchen des Körpers ſtießen, die rothen aber Durchgänge fänden; da hingegen an einer andern Stelle, wo der Körper etwas dicker oder dünner wäre, die blauen Stralen gerade auf die Zwiſchenräumchen, und die rothen auf die feſten Theile träfen.

Endlich ſetzt Newton hinzu, wären ſelbſt die polirteſten Spiegelflächen nicht glatt und gleichförmig genug, um das Licht vermittelſt des Stoßes ihrer Theile ſo regelmäßig und ſo lebhaft zu reflectiren, als ſie wirklich thun. Schon das Mikroſkop zeigt an den glänzendſten Spiegelflächen eine merkliche Rauhigkeit, und ein wenig Ueberlegung lehrt auch, daß Sand, Schmergel, Tripel und Zinnaſche nichts weiter thun können, als die gröbſten Ungleichheiten wegnehmen. Hätten wir ſo feine und ſcharfe Augen, wie die kleinen mikroſkopiſchen Thierchen, ſo würde uns die polirteſte Spiegelfläche noch immer wie eine rauhe von Furchen durchſchnittene und mit Klippen aller Art und Geſtalt be-

ſetzte Pläne vorkommen. Wie kan man nun glauben, daß eine ſolche Fläche, verglichen mit der äußerſt großen Feinheit der Lichttheilchen, im Stande ſeyn würde, dieſe letztern ſo regelmäßig zu reflectiren?

Ueberdies müſten noch alle Lufttheilchen vollkommne Kugeln, und elaſtiſch ſeyn. Nur von einer elaſtiſchen Kugel läßt ſich das Geſetz der Zurückwerfung unter gleichem Winkel durch den Stoß demonſtriren. Iſt hingegen der Körper von unregelmäßiger Geſtalt, elliptiſch, cylindriſch u. dgl., oder ſteht die Linie aus dem Mittelpunkte des Stoßes in den Berührungspunkt nicht lothrecht auf der reflectirenden Fläche, ſo ſind Einfalls- und Reflexionswinkel nicht mehr gleich. Wer kan aber behaupten, daß alle Lichttheilchen vollkommen ſphäriſch und elaſtiſch ſind? Die ſphäriſchen Wirbel des P. **Malebranche** oder **Huygens** und **Eulers** Pulſus heben zwar dieſe Schwierigkeit; allein was ſind ſie weiter als willkührlich angenommene Vorausſetzungen, die ſich durch keine Erfahrung erweiſen laſſen, und überdies eben ſo wenig begreiflich machen, warum oft bey gleichem Neigungswinkel blaues Licht reflectirt wird, wenn das rothe noch immer durchgeht?

Man kan alſo auf keine Weiſe behaupten, daß die Zurückſtralung durch den Stoß der Lichttheile gegen die Theile der Körper bewirkt werde. Vielmehr zeigen die vorhergehenden Betrachtungen, daß man ſie nicht von der Berührungsſtelle allein, oder von einem einzigen Punkte des reflectirenden Körpers, ſondern von einer gewiſſen über die ganze Oberfläche deſſelben verbreiteten **Kraft** herleiten müſſe, durch welche der Körper auf den Lichtſtral, ohne ihn unmittelbar zu berühren, wirket. Daß aber die Körper auf das Licht auch ſchon in einiger Entfernung wirken, erhellt aus den Phänomenen der Beugung des Lichts unwiderſprechlich, ſ. **Beugung des Lichts**.

Newton (Opt. L. II. P. 3. prop. 9. p. 229.) leitet Brechung und Zurückwerfung des Lichts von einerley Urſache ab, von einer und ebenderſelben, nur unter verſchiedenen Umſtänden ſich verſchiedentlich äuſſernden Kraft. Um Wiederholungen zu vermeiden, verweiſe ich hierüber auf

den Artikel Brechung der Lichtſtralen (Th. I. S. 425. 426.), womit Taf. V. Fig. 74. zu vergleichen iſt. Wenn hier der Lichtſtral im Glaſe bey x ſich der untern Glasfläche DC nähert, und an den Ort gelanget, wo die Wirkungskreiſe des Glaſes von auſſen her aufhören, und Wirkungskreiſe der Luft an ihre Stelle treten, ſo wird er ſtärker nach der innern Seite des Glaſes, als nach der äuſſern, gezogen, von ſeinem Wege abgelenkt, und gegen die Fläche DC in einer krummen Linie geführt, deren Beſchaffenheit und Krümmung von dem Verhältniſſe der Anziehungen des Glaſes und der Luft, und von der Gröſze des Einfallswinkels abhängt. Iſt nun der Einfallswinkel ſo klein, daß die krumme Bahn des Lichtſtrals die Fläche DC und die mit ihr parallele Grenze der Wirkungskreiſe des Glaſes noch unter einer merklichen Schiefe erreicht, ſo durchſchneidet der Stral dieſe Fläche, beſchreibt die zweyte Hälfte der Bahn außer dem Glaſe, und wird gebrochen: iſt hingegen der Einfallswinkel, wie bey x, ſo groß, daß die Bahn ſchon mit DC parallel wird, noch ehe der Stral die Fläche DC ſelbſt, oder die mit ihr parallele äuſſere Grenze der Wirkungen des Glaſes erreicht, ſo kan die Bahn in jenem Falle DC, in dieſem die letztgedachte Grenze nicht durchſchneiden; ihre zweyte Helfte, welche der erſten gleich und ähnlich iſt, kan alſo nicht, oder nicht ganz, auſſerhalb des Glaſes fallen; daher kehrt der Stral ins Glas zurück, und wird unter gleichem Winkel mit DE reflectiret.

Man wird hoffentlich zugeben, daß für dieſen Fall keine glücklichere und mit dem ganzen Umfange der optiſchen Lehren übereinſtimmendere Erklärung der Reflexion möglich ſey. Aber für den weit gewöhnlichern Fall der Zurückſtralung von Spiegelflächen, auf welche die Lichtſtralen durch die Luft fallen, muß man ſtatt der Anziehung ein Zurückſtoßen annehmen. Dies würde nun freylich ſehr willkührlich verfahren heißen, wenn man ſich dieſe Anziehungen und Repulſionen als weſentliche in den Körpern wohnende Kräfte gedächte, ſ. Zurückſtoßen. Alsdann verdiente man den Vorwurf, daß man die Körper auf gut Glück anziehen oder abſtoßen ließe, je nachdem es das Be-

dürfniß der Erklärungen erforderte. Denkt man ſich aber unter einer ſolchen Repulſion nichts weiter, als einen bequemen Ausdruck zu Bezeichnung vieler Phänomene, der ſo viel ſagen will, daß ſich alles ſo verhalte, als ob das Licht von der vereinten Kraft der ganzen Spiegelfläche abgeſtoßen würde, wobey man unentſchieden läſt, was die phyſiſche Urſache dieſes Verhaltens ſey, ſo werden die Erklärungen ſehr paſſend, und mit allen Geſetzen der Mechanik vollkommen übereinſtimmend.

Wenn ſich nemlich ein Lichttheilchen der Spiegelfläche unter einem ſchiefen Winkel nähert, ſo wird ſeine Bahn durch die Wirkung der Repulſion gekrümmt, und in die Geſtalt einer Curve gebracht, welche ihre erhabne Seite auf die reflectirende Fläche zu kehrt. Sobald die Krümmung ſo ſtark geworden iſt, daß das Lichttheilchen nun eine der Spiegelfläche ſelbſt parallele Richtung erhalten hat, ſo kan es ſich dieſer Fläche nicht weiter nähern; es muß vielmehr eine zwote, der erſten gleiche und ähnliche, Helfte ſeiner krummlinigten Bahn beſchreiben, vom Spiegel zurückweichen, und endlich, wenn es deſſen Wirkungskreis verläſt, geradlinigt in einer Tangente der Curve fortgehen, von der man leicht überſieht, daß ſie gegen die Spiegelfläche auf der entgegengeſetzten Seite unter einem eben ſo großen Winkel, als der Einfallswinkel war, geneigt ſeyn muß. Jeder Stral wird deſto tiefer in den Wirkungskreis der Repulſion eindringen, je gerader er einfällt, oder je mehr ſich ſeine Richtung dem Einfallslothe nähert; und da die Repulſion in einem weit ſtärkern Verhältniſſe wächſt, als der Abſtand von der Fläche abnimmt, ſo wird ihr Vermögen ſtark genug ſeyn, um ſelbſt die Bewegung des lothrecht einfallenden Strals nicht blos zu retardiren, ſondern ſogar aufzuheben, und den Stral geradlinigt zurückzutreiben.

Vielleicht ließe ſich ſogar die Vorſtellung von Repulſion vermeiden, und in den Begrif einer ſtärkern Anziehung von der entgegengeſetzten Seite verwandeln, wenn man annähme, daß das Licht von allen durchſichtigen Körpern ungemein viel ſtärker, als von den undurchſichtigen, angezogen

würde. Wenigſtens würde ſich unter dieſer Vorausſetzung ſehr leicht zeigen laſſen, daß bey der Berührung eines durchſichtigen Mittels mit einem undurchſichtigen, z. B. der Luft mit einem Metallſpiegel, jenes das Licht überwiegend ſtark zurückhalten, und dadurch eben die Wirkungen hervorbringen müſte, welche aus einer Repulſion des undurchſichtigen Mittels gegen das Licht erfolgen würden. Doch ich enthalte mich, in dieſen hypothetiſchen Erklärungen weiter zu gehen. Sie ſind doch nur verſchiedene Wendungen einer Vorſtellungsart, unter welche wir immer eben dieſelben Phänomene zuſammenfaſſen. Das bisherige iſt genug, um die Wahrſcheinlichkeit des newtoniſchen Satzes zu zeigen, daß Brechung und Zurückwerfung des Lichts aus einerley Urſache entſtehen. Was dieſe Urſache ſey, würde ich durch alle weitere Zergliederungen doch nicht finden.

Newton ſelbſt beſtärkt den Satz mit drey Gründen. Erſtens, weil beym Ausgange aus Glas in Luft die Brechung durch bloße Vergrößerung des Einfallswinkels in Zurückwerfung übergeht; zweytens, weil das Licht von dünnen Glasſcheibchen, deren Dicke in arithmetiſcher Progreſſion zunimmt, wechſelsweiſe mehreremale bald reflectirt, bald durchgelaſſen wird, ſ. **Farben** (Th. II. S. 141 u. f.), mithin Brechung und Zurückſtralung durch bloße Veränderung der Dicke der Körper mehreremale in einander übergehen; drittens, weil diejenigen Oberflächen durchſichtiger Körper, welche das Licht am ſtärkſten brechen, eben daſſelbe auch am ſtärkſten zurückwerfen.

Endlich fügt **Newton** noch die Vermuthung hinzu, daß alle Stralen, welche wirklich auf die materiellen Theile der Körper ſtoßen, ganz erſticket werden und verlohren gehen. Sie können nemlich dem Emanationsſyſtem zufolge nicht durchgehen, weil materielles Licht nicht durch die undurchdringliche Materie der Körper gehen kan; ſie können auch nicht reflectirt werden, weil es ſonſt zwo Arten der Zurückſtralung, eine durch Berührung und Stoß, die andere ohne dieſe Umſtände, geben müſte. Würden alle Stralen, die auf die innern Theile des durchſichtigen Waſſers oder Kryſtalles treffen, zurückgeworfen, ſo müſten dieſe

Körper nicht hell und durchſichtig, ſondern trüb und dunkel ſcheinen. Körper, die ſchwarz ausſehen, müſſen ſehr viele Stralen auffangen und in ihrem Innern verſchlucken; es iſt aber nicht wahrſcheinlich, daß Stralen anders, als durch ihren Anſtoß gegen materielle Theile, verlohren gehen und verſchlucket werden können.

Uebrigens erhellet leicht aus der Uebereinſtimmung des Geſetzes der Zurückſtralung mit dem allgemeinen Geſetze aller Reflexionen (ſ. den vorhergehenden Artikel **Zurückwerfung**), daß auch bey der Zurückwerfung des Lichts von der Natur das Geſetz der **kleinſten Wirkung** oder **Sparſamkeit** beobachtet werde.

Photometriſche Verſuche über die Zurückſtralung.

Keine Fläche wirft das Licht, das ſie empfängt, ungeſchwächt und ohne Verluſt zurück. Selbſt die vollkommenſten Spiegel verſchlucken einen anſehnlichen Theil der auf ſie fallenden Stralen. **Büffon** (Mém. de Paris, 1747. p. 123.) hat hierüber zuerſt Verſuche angeſtellt. Er ließ Sonnenlicht in ein dunkles Zimmer fallen, und verglich das gerade auffallende mit dem von einem Spiegel zurückgeworfenen. Hiebey glaubte er zu finden, daß in kleinen Entfernungen von 4 — 5 Fuß ohngefähr die Helfte durch die Zurückwerfung verlohren gehe. Denn zween reflectirte Stralen auf eben denſelben Fleck geleitet, ſchienen ihm eben ſo ſtark zu erleuchten, als ein einziger gerade auffallender. Das Licht von Kerzen hingegen ſchien in einem etwas ſtärkern Verhältniſſe, etwa wie 5:2, geſchwächt zu werden. Denn er muſte eine Kerze, die ihm die Schrift in einem Buche aus einer Entfernung von 24 Fuß im Dunkeln lesbar machte, bis auf 15 Fuß nähern, wenn ihr Licht, von einem Spiegel reflectirt, gleiche Wirkung thun ſollte. In beyden Entfernungen aber hätten ſich die Mengen des ungeſchwächt auffallenden Lichts, wie die Quadratzahlen von 15 und 24, d. i. wie 225:276 oder faſt, wie 2:5 verhalten. Das Licht der Kerze ward alſo durch den Spiegel im Verhältniſſe 5:2, mithin etwas mehr, als das Son-

nenlicht, geſchwächt, wovon er die Urſache angiebt, daß das Licht der Kerze mehr auseinanderfahre, und daher mehr unter verſchiedener Schiefe auf den Spiegel falle, als das Sonnenlicht.

Weit umſtändlicher und genauer ſind die Verſuche über die Schwächung des Lichts durch die Reflexion von Bouguer (Traité d'optique ſur la gradation de la lumiere. à Paris, 1760. 4 maj.) angeſtellt worden. Die Methoden, deren er ſich hiezu bediente, ſind ſehr mannigfaltig, kommen aber alle darinn überein, daß gleich große und gleich gefärbte Räume durch gerade auffallendes und durch reflectirtes Licht ſo erleuchtet wurden, daß das Auge die Erleuchtungen gleich ſtark fand, worauf denn der Schluß auf die Stärke des Lichts entweder aus den Entfernungen der leuchtenden Körper, oder aus den Größen der Oefnungen, durch welche das Licht einfiel, gemacht wurde.

Ein reines Spiegelglas, eine Linie dick, und unter einem Winkel von 15° gegen die auffallenden Stralen geneigt, warf von 1000 Stralen 628 zurück, da ein Metallſpiegel unter gleichen Umſtänden nur 561 zurückſendete. Bey kleinern Neigungswinkeln (der Stralen mit der Fläche) ward mehr Licht zurückgegeben; z. B. bey 3° warf der gläſerne Spiegel 700 zurück. Weißer unpolirter Gyps und feines weißes Papier, worauf die Stralen einer 9 Zoll entfernten Kerze unter einem Winkel von 75° fielen, ſendeten auf eine 3 Zoll entfernte Fläche den 150ſten Theil des erhaltenen Lichts. Queckſilber verſchluckte bey einem Neigungswinkel von $11\frac{1}{2}°$ ohngefähr den vierten Theil der empfangenen Stralen.

Bey kleinen Neigungswinkeln iſt überhaupt die Zurückſtralung ſtärker, als bey größern. Dieſer Unterſchied äuſſert ſich bey allen Körpern, am meiſten bey ſehr durchſichtigen; doch auch ſehr ſtark bey ſchwarzem Marmor, der ohne eine vollkommene Politur zu haben, unter einem Neigungswinkel von 3° 35′ von 1000 Stralen 600, bey 15° Neigung nur 156, bey 30° nur 51, bey 80 Grad nur 23 zurückwarf.

Das Waſſer wirft bey ſehr kleinen Neigungswinkeln eben ſoviel Licht, als Queckſilber, zurück. Jeder kan dieſe ſtarke Zurückſtralung bemerken, wenn er ſich an dem Rande eines Teiches der Sonne gegenüber bey heiterm und ſtillem Wetter befindet. Das reflectirte Licht iſt alsdann dem dritten Theile, ſelbſt der Helfte, des geraden Sonnenlichts gleich, und beydes zuſammen macht einen ſtarken Eindruck. Das gerade Sonnenlicht nimmt ab, je niedriger die Sonne ſteht, das reflectirte aber nimmt zu, ſo daß die Wirkung von beyden zuſammen bey einer Sonnenhöhe von 12 — 13° ein Gröſtes iſt. Bey großen Neigungswinkeln iſt dagegen die Zurückſtralung von der Oberfläche des Waſſers ſehr ſchwach. Folgende Tafel zeigt die Mengen der Stralen, welche Waſſer und unfoliirtes Spiegelglas, von 1000 auffallenden Stralen, unter verſchiedenen Neigungswinkeln zurückſenden:

Winkel		Waſſer	Spiegelglas	Winkel	Waſſer	Spiegelglas
0°	30′	721	—	15°	211	299
1	—	692	—	20	145	222
1	30	669	—	25	97	157
2	—	639	—	30	65	112
2	30	614	584	40	34	57
5	—	501	543	50	22	34
7	30	409	474	60	19	27
10	—	333	412	70	18	25
12	30	271	356	80	18	25
				90	18	25

Gießt man Waſſer auf Queckſilber, ſo erſcheinen von jedem Gegenſtande zwey Bilder, eines von der Waſſer- das andere von der Queckſilberfläche. Bey großen Neigungswinkeln verſchwindet das erſte Bild, weil das Waſſer zu wenig Licht ins Auge ſendet. Je ſchiefer man aber das Auge gegen die Fläche hält, deſto heller wird das Bild vom Waſſer, und deſto ſchwächer das vom Queckſilber, weil alsdann das Waſſer mehr Stralen reflectirt und vom Queckſilber abhält. Bey einem Neigungswinkel von 10° werden

beyde Bilder gleich hell. Unter dieſem Winkel nemlich wirft das Waſſer von 1000 Stralen 333 zurück; von den übrigen bleiben nach der Zurückwerfung an der Queckſilberfläche nur 500, von welchen wiederum nach der Reflexion an der innern Waſſerfläche nur 333 bleiben, welche wirklich in die Luft ausgehen und das Bild von der Oberfläche des Queckſilbers machen.

Die Zurückſtralung von der innern Fläche durchſichtiger Körper iſt bey kleinen Neigungswinkeln ungemein ſtark, weil hiebey die Brechung gar nicht mehr ſtatt findet, ſondern ganz in Zurückwerfung übergeht. Dies hatte ſchon **Edwards** (Philoſ. Trans. Vol. LIII. p. 229.) bemerkt. Leute, die ſich unter Waſſer befinden, ſehen daher die Bilder der Dinge unter demſelben an der Oberfläche beſonders ſchön und deutlich. Von der innern Waſſerfläche wird, vom kleinſten Neigungswinkel an bis zu einem gewiſſen Winkel, der gröſte Theil der Stralen vielleicht eben ſo ſtark, als von Metallſpiegeln, oder Queckſilber, zurückgeworfen und das übrige verſchlucket, ſo daß die Oberfläche inwendig ganz dunkel ſcheint. Wird der Neigungswinkel um ein paar Grade größer, ſo hört die ſtarke Reflexion mit einemmale auf, die meiſten Stralen werden in die Luft hinaus gebrochen, und nur wenige verſchluckt. Bey noch größern Neigungswinkeln wird des reflectirten Lichts immer weniger, ſo daß die faſt ſenkrechten Stralen beynahe alle herausgehen, und faſt gar keine mehr verſchluckt werden, daher die Oberfläche eben ſo durchſichtig wird, als ſie es von der andern Seite iſt, wenn nemlich das Licht von auſſen hineingeht.

Daß Stralen, die unter gewiſſen Winkeln aus Waſſer in Luft gehen wollen, zurückgeworfen werden, hat ſchon **Kepler** (Dioptr. Prop. 13.) bemerkt. Eben ſo iſt es auch mit Stralen, die aus Glas in Luft gehen wollen, wenn der Neigungswinkel kleiner als 49° 49′ iſt. Darauf gründet ſich ſchon **Newtons** Vorſchlag, in ſeinen Teleſkopen ſtatt des kleinen Spiegels ein gläſernes Prisma zu gebrauchen, ſ. **Spiegelteleſkop** (oben S. 137. 138). Wenn die Stralen innerhalb ſolcher Prismen unter einem Winkel

von 10, 20 bis 30 Grad auf die gemeinſchaftliche Fläche des Glaſes und der Luft fallen, ſo iſt die Zurückſtralung faſt ſo ſtark, als am Queckſilber, indem auf drey Viertel der Stralen reflectirt, und die übrigen verſchluckt werden. Wird aber der Neigungswinkel größer, als 49° 49′, ſo nimmt die Menge des reflectirten Lichts plötzlich ab, und die Oberfläche wird mit einemmale durchſichtig. Im Waſſer iſt dieſer Winkel etwa 41° 32′, und in jedem Mittel hängt ſeine Größe von dem Brechungsverhältniſſe ab.

Die Eigenſchaft, das Licht zu verſchlucken, welche ſich an den Oberflächen durchſichtiger Körper findet, iſt, wie es ſcheint, vor **Bouguer** von niemanden bemerkt worden. Dieſer Gelehrte folgert daraus, daß **Newton's** Behauptung, als ob die Lichtſtralen blos durch den Anſtoß gegen die materiellen Theile der Körper verſchluckt oder entkräftet würden, nicht gegründet ſey. Denn ſolcher Theile, ſagt er, müſten in einem langen Striche Waſſers weit mehrere, als eben beym Ausgange aus Waſſer in Luft, angetroffen werden. Er glaubt daher, daß dieſes Verſchlucken von einer blos an der Oberfläche befindlichen Kraft bewirkt werde, welche vermuthlich eben diejenige ſey, die das Licht zurückwirft, bricht und beuget.

Von dieſer Eigenſchaft der Oberflächen giebt Bouguer noch einen andern Beweiß. Er betrachtete ein Täfelchen durch ein längliches Stück Glas, und ein anderes durch vier ein wenig aus einander gerückte Stücken, die zuſammen genau dieſelbe Länge, wie jenes, hatten. Sie waren gegen die Täfelchen unter einem Winkel von 75° geneigt. Aus der Vergleichung der Entfernungen der Täfelchen von dem Lichte, das ſie erleuchtete, fand er, daß das Licht durch die ſechs Reflexionen an den drey letzten Glasſtücken in dem Verhältniſſe von 360000 zu 243049 geſchwächt ward, alſo durch jedes in dem Verhältniße von 1000 zu 877. Nun hatte er durch andere Verſuche beſtimmt, daß die Reflexion an der Vorderfläche dieſer Glasſtücken bey einem Neigungswinkel von 75° den 36ſten Theil, die an der Hinterfläche den 27ſten bis 28ſten Theil des Lichts wegnehme. Jene ließ alſo von 1000 Stralen 972 übrig, welche durch dieſe

auf 936 vermindert wurden. Da aber nur 877 wirklich durchgiengen, ſo zeigte ſich ein Verluſt von 59 Stralen, welche ohngefähr den 16ten Theil des ganzen Lichts ausmachen. Dieſer Verluſt kömmt von der Hinterfläche her, welche auch bey großen Neigungswinkeln noch fortfährt, ſo zu wirken, als ob ſie nicht ganz durchſichtig wäre. Bey ähnlichen Verſuchen fanden ſich zwar nicht genau dieſelben Reſultate; doch bewieſen ſie immer, daß Licht verlohren gehe, ſelbſt bey faſt ſenkrechten Stralen. Es ſchien, daß man die Größe dieſes Verluſts im Durchſchnitte auf $\frac{1}{27}$ — $\frac{1}{28}$ des Lichts, eben ſo groß, wie den von der Hinterfläche reflectirten Theil, ſetzen könne.

Faſt zugleich mit **Bouguer**, aber mit weit mehr ſyſtematiſchem Geiſte und mehr Stärke in der mathematiſchen Berechnung, hat dieſe Gegenſtände **Lambert** (Photometria, ſive de menſura et gradibus luminis, colorum et umbrae, Aug. Vindel. 1760. 8.) behandelt. Der zweyte Theil dieſes vortreflichen Werks beſchäftiget ſich mit den Veränderungen, die das Licht beym Durchgange durch durchſichtige Körper, beſonders durch Glas, leidet. **Völlig durchſichtige Körper** wären ſolche, die gar kein Licht zurückwürfen und verſchluckten. Da es dergleichen gar nicht giebt, ſo mögen ſchon die völlig durchſichtig heißen, die nur kein Licht verſchlucken. Die Menge des reflectirten Lichts hängt nicht von der Undurchſichtigkeit, ſondern von der Dichte des durchſichtigen Körpers und des daran grenzenden Mittels ab. Licht, das aus Waſſer in Glas geht, wird weniger zurückgeworfen, als das aus Luft in Glas geht, und beym Durchgange aus dem dichtern Mittel ins dünnere wird mehr zurückgeworfen, als in dem gegenſeitigen Falle. Völlig klares Waſſer und ſehr ſchwarze Dinte in irdene, inwendig ſchwarz glaſurte, Gefäße gethan, ſtellten das Bild des heitern Himmels beyde gleich hell dar, daß es alſo gar nicht auf die größere oder geringere Undurchſichtigkeit ankömmt.

Das von Glastafeln durchgelaſſene, reflectirte und verſchluckte Licht vergleicht **Lambert** durch ein ſehr ſinnreiches Verfahren weit genauer und mathematiſcher, als Bou-

guer. Würde gar kein Licht verſchluckt, und wäre das Verhältniß des einfallenden und reflectirten Lichts an der Vorderſeite einer Glastafel $1 : q$, an der Hinterſeite $1 : p$, ſo müſte die Menge des ſämmtlichen von beyden Flächen reflectirten Lichts $M = \frac{q + p}{1 + p}$, die Menge des durchgehenden $N = \frac{1 - q}{1 + p}$, und beyder Summe $= 1$, der Menge des einfallenden Lichts, ſeyn. Er berechnet nun ferner die Menge des von mehrern hinter einander liegenden Glastafeln reflectirten Lichts, bey demſelben Einfallswinkel auf die erſte derſelben, und findet noch immer in unbeſtimmten Ausdrücken, wie bey einem einzigen Glaſe das Verhältniß des reflectirten und durchgelaſſenen Lichts beſchaffen iſt, wenn bey demſelben Einfallswinkel mehrere hinter einander geſtellte Gläſer das zurückgeworfene Licht dem einfallenden gleich machen. Er ſucht auch die Grenzen, zwiſchen welche p und q unabhängig von den Verſuchen fallen müſſen, und ſieht deren Mittel als einen Werth an, der von dem wahren nicht viel unterſchieden ſeyn kan.

Hierauf geht er zu Verſuchen über. Er zog auf einer Tafel einen ſchwarzen Strich einer Linie breit, ſtellte darüber eine Glastafel, und ſuchte den Ort ſeines Auges, wo ihm das durch Reflexion geſehene Bild des einen Theils vom Striche gleich aſchfarbig, wie das durch die Brechung geſehene, ſchien. Er fand für dieſen Ort den Neigungswinkel der einfallenden Stralen $14\frac{1}{2}°$. Für mehrere hinter einander geſetzte Glastafeln gaben die Verſuche folgende Neigungswinkel:

1 Glastafel	$14\frac{1}{2}°$	4 Glaſt.	31°	7 Glaſt.	43°
2 ——	22	5 ——	35	8 ——	47
3 ——	27	6 ——	39	9 ——	$50\frac{1}{2}$

Aus den vorher angeſtellten Rechnungen folgte, daß bey völlig durchſichtigen Gläſern das von dem erſten dieſer Gläſer, ohne die übrigen, reflectirte Licht, nach der Reihe der angegebnen Winkel $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ u. ſ. w. des einfallenden iſt, z. B. beym Neigungswinkel 27°, $\frac{1}{4}$ des auffallenden,

daher das gebrochne die übrigen $\frac{3}{4}$ ausmacht. Hieraus ergiebt ſich für dieſe Winkel das Verhältniß M : N, wovon Lambert zeigt, daß es nicht merklich fehlen könne, wenn auch gleich die zu den Verſuchen gebrauchten Gläſer nicht völlig durchſichtig ſind, weil die Verſchluckung des Lichts zwar die abſoluten Größen M und N, aber nicht ihr Verhältniß, merklich ändern kan.

Um nun noch zu finden, wie eigentlich p und q von den beſtimmten Größen der Winkel abhängen, geht Lambert tiefer in die newtoniſche Theorie der Brechung und Zurückwerfung ein, betrachtet die Curve, welche der Lichtſtral beſchreibt, und findet durch eine nach den Erfahrungen eingerichtete Hypotheſe vermittelſt der Integralrechnung eine Formel, aus welcher, wenn man die Verſuche zu Hülfe nimmt, und den Einfallswinkel (das Complement des Neigungswinkels zu 90°) = γ nennt,

$$\log. (1-q) = -0{,}0087241 . \sec. \gamma^2$$
$$\log. (1-p) = -0{,}0199966 . \sec. \gamma^2$$

folgt. Dieſe Formeln geben für die oben beſtimmten Winkel Reſultate, welche von den wirklich beobachteten nur ſehr wenig abweichen. Für die Neigungswinkel von 10 zu 10 Graden erhält man daraus folgende Tabelle

Neigungswinkel	q	p	M	N
10°	0,4862	0,7766	0,7108	0,2892
20	0,1578	0,3204	0,3622	0,6378
30	0,0772	0,1653	0,2070	0,7930
40	0,0474	0,1046	0,1376	0,8624
50	0,0337	0,0705	0,0973	0,9027
60	0,0264	0,0585	0,0802	0,9198
70	0,0225	0,0499	0,0690	0,9310
80	0,0203	0,0450	0,0624	0,9376
90	0,0199	0,0448	0,0619	0,9381

Hieraus erhellet, daß die Menge des reflectirten Lichts gegen das einfallende an der Hinterfläche des Glaſes weit größer iſt, als an der Vorderfläche, wie auch Bouguer ſchon fand, obgleich das, was dieſer letztere von den Ver-

hältniſſen herausbringt, gegen Lamberts Unterſuchungen ſo gut, als Nichts iſt. Uebrigens kan man aus der lambertiſchen Tafel, wenn man ſie auf wirkliche Fälle anwenden will, nur die Verhältniſſe M : N brauchen; um die abſoluten Größen M und N zu haben, müſte man vorher die Menge des verſchluckten Lichts, auf welche hier nicht geſehen iſt, kennen und abziehen. Bezeichnet man alsdann den Reſt durch 10000, ſo werden von dieſen Stralen, wenn ſie z. E. ſenkrecht auffallen, 199 von der Vorderfläche, und aus den übrigen 9801 (im Verhältniſſe von 1 zu 0,0448) noch 439 von der Hinterfläche reflectirt werden; von dieſen 439 reflectirt die Vorderfläche (in dem nemlichen Verhältniſſe) wieder 19, und läſt 420 durch. Da die übrigen Zurückwerfungen ganz unbeträchtlich werden, ſo macht das ſämmtliche durch die Vorderfläche reflectirte Licht 199 + 420 = 619 aus; und die übrigen 9381 Stralen gehen durch die Hinterfläche aus.

Daß aber der Verluſt des verſchluckten Lichts ſehr beträchtlich ſeyn müſſe, zeigt ſich daraus, weil ſchon zwey mittelmäßig durchſichtige Gläſer im Stande ſind, das ſenkrecht durchgehende Licht auf die Helfte des einfallenden zu bringen, da ſich doch aus dem vorigen berechnen läſt, daß das reflectirte Licht bey einer Anzahl von x Gläſern $= \frac{x}{15,1533 + x}$ ſey, daß alſo 15 Glastafeln es noch nicht völlig auf $\frac{1}{2}$ bringen würden, wenn keine Verſchluckung vorgienge. Wie groß dieſer Verluſt bey ſenkrechtem Durchgange durch mehrere Gläſer ſey, hat Lambert gleichfalls unterſucht, und die Reſultate darüber in eine Tabelle gebracht, welche ich bereits beym Worte **Durchſichtigkeit** (Th. I. S. 644) mitgetheilt habe.

Im dritten Theile der Photometrie trägt Lambert die Berechnung des von undurchſichtigen Körpern, beſonders von Spiegeln, zurückgeworfenen Lichts vor. Von dem auf ſolche Körper fallenden Lichte wird nur ein Theil ſo zurückgeſandt, als wenn ſie eine völlig glatte Oberfläche hätten; ein Theil wird wegen der Ungleichheiten nach allen Seiten

hin zerſtreut; ein Theil, der in die Blättchen an der Oberfläche des Körpers dringt, geht von dieſen wieder zurück, und giebt dem Körper ſeine Farbe; ein Theil endlich geht im Körper ſelbſt verlohren. Es werden hierüber wieder ſcharfſinnige theoretiſche Unterſuchungen angeſtellt. Was die Verſuche anbetrift, ſo erleuchtete Lambert durch eine Lichtflamme eine weiſſe Wand ſenkrecht, beſchattete einen Theil derſelben, und ließ auf dieſen Theil das Licht von vier mit Queckſilber foliirten Spiegeln fallen, ſo daß der beſchattete Theil ſo hell von den Spiegeln ausſah, wie der vom Lichte unmittelbar erleuchtete. Das Licht fiel auf die Spiegel, und von da auf die Wand faſt ſenkrecht. Hiebey fand er nun, daß von 10000 auffallenden Stralen 4648 verloren giengen, und nur 5352 zurückgeworfen wurden. Das Queckſilber verſchluckte ohngefähr ein Drittel des ſenkrecht einfallenden Lichts, wiewohl es etwas mehr zurückſenden mag, wenn die Stralen nicht durch Glas, ſondern unmittelbar aus der Luft, darauf fallen.

Das übrige in Lamberts Werke enthält Vergleichungen der Helligkeit des erleuchtenden und des erleuchteten undurchſichtigen Körpers, deſſen Oberfläche rauh iſt. Hiebey wird unter **Weiße** eines Körpers die Menge der zurückgeworfenen Lichtſtralen verſtanden, wenn die Menge der einfallenden durch Eins ausgedrückt wird. Der höchſte Grad der Weiße (albedo abſoluta) = 1 würde demjenigen Körper zukommen, der alles auffallende weiße Licht wieder zurückſendete, dergleichen es aber nicht giebt. Lambert findet die Weiße der Körper durch einen merkwürdigen Lehrſatz, vermittelſt einer von einer Lichtflamme ſenkrecht erleuchteten Ebne, deren Bild hinter einem Linſenglaſe in einer ſolchen Entfernung aufgefangen wird, daß die Helligkeit in der Mitte des Bildes der Helligkeit der Ebne ſelbſt von dem gerade auffallenden Lichte gleich iſt. Durch dieſes Mittel beſtimmt er die Weiße eines Buchs Papier von der weißeſten Gattung = $\frac{2}{5}$, eines einzelnen Bogens = $\frac{2}{15}$, eines mit Cremſerweiß beſtrichnen Regalpapiers = 0,4230. Eben ſo läſt ſich auch die Menge der rothen zurückgeworfenen Stra-

len unterſuchen, wenn man die Menge der einfallenden rothen =1 ſetzt u. ſ. w.

Noch einiges hiemit zuſammenhängende findet man in dem Artikel Licht, unter dem Abſchnitte Stärke des Lichts (Th. II. S. 883. u. f.).

Uebrigens handlen von den Wirkungen der Zurückſtralung von ebnen und krummen Flächen die Artikel: Spiegel, Hohlſpiegel, Brennſpiegel, Paraboliſcher Spiegel u. a.

Käſtner Anfangsgründe der Katoptrik, in den Anfangsgründen der angewandten Mathematik. Erſte Abtheil. Göttingen, 1780. 8. §. 8. u. f. S. 237. u. f.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 219. u. f. S. 293 — 322.

Montucla Hiſt. des mathematiques. To. II. P. IV. L. IX. Art. 6.

Briſſon Dict. raiſonné de Phyſique, Art. *Réflexion de la lumiere.*

Zurückwerfungsebne, Planum reflexionis, *Plan de réflexion.* Die ebne Fläche, welche bey der Zurückwerfung der bewegten Körper (und des Lichts) durch den Weg des auffallenden Körpers (oder des einfallenden Lichtſtrales) und das Einfallsloth geht. In dieſer Ebne bleibt auch der Weg des abprallenden Körpers (und der zurückgeworfene Lichtſtral) ſ. Zurückwerfung, Zurückwerfung der Lichtſtralen. Dieſer Umſtaud erleichtert die Zeichnung der Figuren, welche ſich auf Reflexion beziehen. Man zeichnet auf das Papier den Weg des einfallenden Körpers und das Einfallsloth; ſo geht auch der Weg des reflectirten Körpers in der Ebne des Papiers fort, welche hiebey die Zurückwerfungsebne vorſtellt.

Zurückwerfungswinkel, Reflexionswinkel, Angulus reflexionis, *Angle de réflexion.* Gemeiniglich verſteht man unter dieſer Benennung den Winkel CBE oder x, Taf. XXVII. Fig. 102., welchen bey der Zurückwerfung der Körper der Weg des abprallenden Körpers BC mit der reflectirenden Fläche BE macht. Dieſer Winkel iſt dem Ge-

ſetze der Zurückwerfung gemäß jederzeit dem Winkel ABD oder o gleich, welcher letztere hier insgemein der **Einfallswinkel** genannt wird.

In der Lehre vom Lichte und der Zurückſtralung iſt es ſchicklicher, unter dem Namen des **Einfallswinkels** das Complement von o, d. i. den Winkel FBA oder u zu verſtehen, welchen der einfallende Stral AB mit dem Einfallslothe FB macht, ſ. **Einfallswinkel**. Will man alsdann das Geſetz der Zurückſtralung noch ſo ausdrücken, daß man ſagt, der Reflexionswinkel ſey dem Einfallswinkel gleich, ſo muß man auch unter Reflexions- oder Zurückwerfungswinkel denjenigen, den der abprallende Stral mit dem Einfallswinkel macht, d. i. FBC oder y, verſtehen. Es iſt nemlich u = y und o = x. Dieſen Sprachgebrauch hat **Erxleben** in den Anfangsgründen der Naturlehre beobachtet.

Es herrſcht aber in dieſen Benennungen bey den optiſchen Schriftſtellern eine große Verſchiedenheit. Herr **Klügel** nennt ſehr ſchicklich u den Einfallswinkel, o den Neigungswinkel. Nach dieſer Art, ſich auszudrücken, wäre der Zurückwerfungswinkel x dem Neigungswinkel gleich. Aber **Bouguer**, **Lambert**, **Käſtner** (Katoptrik, 11.) nennen o den Einfallswinkel, ſo daß dieſer Name hier in einem andern Sinne, als bey der Brechung, gebraucht wird, wo er den Winkel des einfallenden Strals mit dem Einfallslothe, oder u, bezeichnet. Es kömmt auf Benennungen ſo viel nicht an, wenn nur jeder gehörig beſtimmt, was er darunter verſtanden wiſſen wolle.

Zuſammendrückung, ſ. **Verdichtung.**

Zuſammenhang, ſ. **Cohäſion.**

Zuſammenkunft, ſ. **Aſpecten.**

Zuſammenſetzung, Syntheſis, Compoſitio, *Compoſition.* Die Verbindung mehrerer Theile zu einem einzigen Ganzen oder Körper. Da die Theile der Körper von doppelter Art, entweder unter ſich und mit dem Ganzen gleichartig, oder ungleichartig, ſeyn können, ſ. **Theile der Körper**; ſo giebt es auch eine doppelte Art der Zu-

ſammenſetzung. Werden gleichartige oder mechaniſche Theile durch bloßes Nebeneinanderlegen und Cohäſion ſo verbunden, daß das Ganze mit den Theilen ſelbſt einerley Natur und Beſchaffenheit behält, ſo heißt dies eine Zuſammenhäufung (aggregatio, ſyntheſis mechanica); werden hingegen ungleichartige oder chymiſche Beſtandtheile durch wechſelſeitige Verwandſchaft ſo vereiniget, daß ſie einander auflöſen, und ein neues Product von ganz anderer Beſchaffenheit erzeugen, ſo heißt dies eine Miſchung (mixtio, ſyntheſis chymica).

Einige Schriftſteller brauchen das Wort Zuſammenſetzung nur für Miſchung allein, und ſetzen es der Zuſammenhäufung oder Mengung entgegen.

Zuſammenſetzung der Kräfte und Bewegungen, Compoſitio virium et motus, *Compoſition des forces et du mouvement.* Aus dem Zuſammenkommen mehrerer Bewegungen, deren Richtungen Winkel mit einander machen, entſteht eine Bewegung nach einer andern zwiſchen die vorigen fallenden Richtung, welche man eine zuſammengeſetzte Bewegung nennt. Und weil man ſich jede Bewegung als Wirkung einer Kraft gedenken kan, ſo folgt hieraus ganz natürlich, daß es Fälle giebt, wo zwo oder mehr zuſammenkommende Kräfte, welche nach verſchiedenen Richtungen treiben, gerade ſo wirken, wie eine einzige Kraft, welche nach einer gewiſſen zwiſchen jene fallenden Richtung wirkte.

Wenn z. B. im Körper A, Taf. IV. Fig. 60. zwo gleichförmige Bewegungen zugleich hervorgebracht und unterhalten werden, deren eine ihn in einer gewiſſen Zeit durch den Raum AB, die andere in eben der Zeit durch AC führen würde, ſo entſtehet aus beyden zuſammen eine neue ebenfalls geradlinigte Bewegung, die ihn in eben der Zeit durch AD, die Diagonallinie des Parallelogramms ABCD, führet, ſ. Bewegung, zuſammengeſetzte (Th I. S. 348.). Stellt man ſich nun die Bewegungen durch AB und AC als Wirkungen von Kräften vor, deren Richtungen nach AB und AC gehen, und deren Größen ſich, wie

AB und AC verhalten, ſo wird man ſich mit eben dem Rechte auch die zuſammengeſetzte Bewegung durch AD als die Wirkung einer Kraft vorſtellen können, deren Richtung nach AD geht, und deren Größe ſich zu den beyden vorigen, wie AD zu AB und zu AC, verhält. Man wird alſo hier einen Fall haben, in welchem zwo zuſammenkommende Kräfte ſo wirken, wie eine dritte Kraft, die ſich aus jenen nach den Regeln der zuſammengeſetzten Bewegung beſtimmen läſt. Dieſe Verbindung mehrerer einfachen Bewegungen zu einer zuſammengeſetzten, oder mehrerer Kräfte zu einer einzigen, die eben ſo wirkt, wie jene alle zuſammen, heißt **Zuſammenſetzung der Bewegungen und der Kräfte.** Bey den Kräften insbeſondere heißen auch die zuſammenkommenden ſelbſt und ihre Richtungen die äuſſern, die aus allen zuſammen entſtehende die **mittlere Kraft**, und ihre Richtung die **mittlere Richtung.**

Was nun die **Zuſammenſetzung der Bewegungen** betrift, ſo iſt das Weſentliche davon bereits beym Worte **Bewegung, zuſammengeſetzte**, beygebracht worden. Alles hängt hier von einem Grundſatze (Th. I. S. 348.) ab, der theils an ſich ſehr evident iſt, theils auch leicht durch Verſuche beſtätiget werden kan.

Inzwiſchen findet doch ſowohl die Evidenz des Grundſatzes, als die Beſtätigung deſſelben durch Verſuche, nur ſo lange ſtatt, als man eine unveränderliche Gleichförmigkeit der Bewegungen durch AB und AC ſupponirt, die ſelbſt alsdann noch vorhanden iſt, wenn gleich die Wege AB und AC nicht wirklich beſchrieben werden. Denn die Erläuterung des Satzes, welche Th. I. S. 348. gegeben wird, ſetzt voraus, die Bewegung nach AB führe den Körper in der Helfte der Zeit durch Ab = cd = $\frac{1}{2}$AB, im Drittel durch $\frac{1}{3}$AB, im Viertel durch $\frac{1}{4}$AB u. ſ. w.; eben ſo führe ihn die Bewegung nach AC in der Helfte der Zeit durch Ac = bd = $\frac{1}{2}$AC, im Drittel durch $\frac{1}{3}$AC u. ſ. f.; ob er gleich weder durch Ab noch durch Ac wirklich geht, ſondern in der Helfte der Zeit die halbe Diagonale Ad u. ſ. w. beſchreibt. Von dieſer ſupponirten immer unverändert bleibenden Gleichförmigkeit hängt der Schluß ab, daß der Körper am Ende

jedes Zeittheils ſich nirgend anders, als in irgend einem Punkte der Diagonale AD befinden könne. Auch in den Verſuch, welchen Taf. IV. Fig. 61. vorſtellt, wird eben dieſe Gleichförmigkeit erſt durch die Veranſtaltungen hineingebracht, indem die Walze E gleichförmig fortgerollt, und dadurch unmittelbar ſowohl ein gleichförmiger Fortgang nach der Richtung AB, als auch ein gleichförmiges Abwickeln des Fadens und Niederſinken nach AC bewirkt wird. Es iſt alſo die Frage, ob dieſe beſtändige Gleichförmigkeit auch in der Natur ſelbſt ſo nothwendig vorhanden ſey, als es bey dieſem Grundſatze ſupponirt, und beym Verſuche durch die Veranſtaltungen bewirkt wird.

Mit andern Worten läſt ſich dieſes ſo ausdrücken. Es iſt zwar kein Zweifel, daß der Körper A, Taf. IV. Fig. 60. die Diagonale AB beſchreiben wird, wenn man ihn wirklich in jeder Stelle ſeines Weges gleich ſtark und gleich ſchnell nach Richtungen fortſchiebt, die mit AB und AC parallel ſind. Aber es iſt die Frage, ob er noch eben das thun wird, wenn ihm die Geſchwindigkeiten nach AB und AC blos im Punkte A mitgetheilt werden, und man ihn alsdann ſich ſelbſt überläſt, ohne auf ſeine Bewegung weiter zu wirken? Genau betrachtet iſt doch das letzte etwas anders als das erſte. Aber die Evidenz des Grundſatzes und der Verſuch ſind nur auf das erſte anwendbar.

Man hat daher diejenigen mit Recht getadlet, welche den Grundſatz von der zuſammengeſetzten Bewegung ohne allen weitern Beweis allzuweit ausgedehnt, und die ganze Mechanik daraus herzuleiten geſucht haben. Dahin gehört **Varignon**, und ſelbſt **Newton**, welcher in ſeinen Principien die Theorie des Winkelhebels auf den Satz von zuſammengeſetzten Bewegungen und Kräften gründet, ſ. **Winkelhebel.** Es bleibt zwar wahr, daß man keinen Grund ſieht, warum die Gleichförmigkeit der Bewegungen oder Sollicitationen nach AB und AC während der Bewegung durch AD wegfallen oder ſich ändern ſollte; aber dies iſt immer noch nicht genug, um einen mathematiſchen Beweis eines ſo wichtigen Grundgeſetzes auszumachen.

Andere, z. B. **Daniel Bernoulli** (Comment. acad. ſc. Petropol. T. I.) und **d'Alembert** (Traité de Dynamique. à Paris, 1743. 4. p. 22.) haben Beweiſe zu geben verſucht, die auch für den Fall gelten ſollten, wenn der Körper während der Bewegung ganz ſich ſelbſt überlaſſen bleibt. Gegen Bernoulli's Demonſtration iſt erinnert worden, ſie ſey zu weitläufig und enthalte unerwieſene Vorausſetzungen. D'Alembert ſtellt ſich vor, der Körper liege auf einer Fläche, die ſich in einem Falze der Bewegung nach AB gleichförmig entgegenſchiebe, während der Falz ſelbſt mit der Fläche zugleich der andern Bewegung nach AC ebenfalls gleichförmig entgegen geſchoben werde. Hiebey müſte der Körper A in abſoluter Ruhe bleiben, weil ſeine beyden Bewegungen durch die entgegengeſetzten, die ihm die Fläche giebt, gerade aufgehoben werden. Weil nun die Fläche geſchoben werden ſoll, d. h. weil immerfortwirkende Kräfte ſie gleichförmig bewegen ſollen, ſo wird ſie ſich nach der Diagonale DA bewegen, und der Körper, der in abſoluter Ruhe iſt, wird auf ihr die Linie AD beſchreiben. Hierin liegt aber offenbar Vorausſetzung deſſen, was erwieſen werden ſoll (petitio principii). Denn indem ich annehme, der Körper A bleibe in abſoluter Ruhe, muß ich ſchon vorausſetzen, daß ſeine Bewegung dem gleichförmigen Fortſchieben der Fläche durch DA gerade entgegengeſetzt ſey, d. i. daß er ſich, wenn die Fläche ruhete, gleichförmig durch AD bewegen würde.

Noch einen andern Verſuch eines ſolchen Beweiſes finde ich beym **Briſſon**. Man ſetze, zwo Kräfte nach AB und AC wirken eine gewiſſe Zeit hindurch auf den Punkt A, und verlaſſen ihn hernach, ſo iſt gewiß, daß er wenigſtens während der Zeit, da die Kräfte wirken, die Diagonale AD beſchreiben wird. Verlaſſen ihn nun dieſe Kräfte, ſo wird er vermöge der Trägheit in der angefangenen Diagonale gleichförmig fortgehen, die Zeit, durch welche die Kräfte gewirkt haben, mag lang oder kurz geweſen ſeyn. Da alſo auf die Länge dieſer Zeit nichts ankömmt, und ſie weder in der Richtung noch in der Geſchwindigkeit der Bewegung etwas ändert, ſo folgt, daß der Körper auch ſelbſt

in dem Falle die Diagonale beſchreiben muß, wenn dieſe Zeit unendlich klein iſt, oder wenn er von den beyden Kräften nur einen augenblicklichen Stoß bekommen hat. Man wird aber auch in dieſem Beweiſe den Fehler bald bemerken. Es iſt kein Zweifel, daß die Bewegung in der Diagonale durch Trägheit gleichförmig fortdauert, wenn ſie einmal angefangen hat: daß aber beym augenblicklichen Stoße dieſe Bewegung wirklich angefangen werde, folgt daraus noch nicht, und iſt doch eigentlich das, was hier erwieſen werden ſollte.

Es läſt ſich alſo der Grundſatz der zuſammengeſetzten Bewegung in der gehörigen Strenge nur auf ſolche Bewegungen anwenden, bey welchen der Körper von immer fortwirkenden Kräften, die ihn nie verlaſſen, ſtets gleichförmig, oder wenigſtens immer in gleichem Verhältniſſe, nach der Richtung AB und AC fortgeſchoben wird. Mit dieſer Einſchränkung aber würde ſeine Brauchbarkeit ſehr gering ſeyn. Man wünſcht in den Unterſuchungen der Mechanik nicht blos ſolche Bewegungen, wie hier erfordert werden, ſondern überhaupt alle gleichförmige Bewegungen zuſammenzuſetzen; noch mehr, man wünſcht den Satz auch auf Zuſammenſetzung der Kräfte auszudehnen, indem man die Größe jeder Kraft durch die gerade Linie oder durch den Weg ausdrücken will, durch welchen ſie den Körper binnen einer gewiſſen Zeit mit gleichförmiger Bewegung treiben würde. Dieſe Erweiterung darf man ſich wohl nicht ohne Beweiß verſtatten, wie dies von ſo vielen mechaniſchen Schriftſtellern geſchehen iſt, welche den Grundſatz in der größten Allgemeinheit angenommen, und die Theorie des Hebels ſammt der ganzen übrigen Statik und Mechanik darauf gegründet haben.

Herr Käſtner (Progr. Vectis et compoſitionis virium theoria evidentius expoſita. Lipſ. 1753. 4.) hat daher dieſe Lehre ganz anders geordnet, und die Zuſammenſetzung der Kräfte in vollkommner Strenge gerechtfertigt, indem er ſie auf die Theorie des Hebels gründet. Er erweiſet zuerſt das Geſetz des Gleichgewichts am geradlinigten Hebel, ſo wie es beym Worte Hebel (Th. II. S. 568 u. f.) vorge-

tragen wird, gründet darauf die Theorie des Winkelhebels, und beweiſet daraus, daß, wenn man Taf. XXVII. Fig. 87. auf den Richtungen zwoer Kräfte P, Q, von dem Punkte M an, wo ſie einander ſchneiden, zwo Linien MT, MV nimmt, die ſich, wie die Kräfte P, Q, verhalten, und das Parallelogramm MTCV unter dieſen Linien ergänzt, alsdann die Diagonale deſſelben MC die mittlere Richtung ſey, d. h. daß die beyden Kräfte P, Q, nach den Richtungen MP, MQ, zuſammen den Punkt M eben ſo ſollicitiren, wie eine einzige Kraft, welche auf ihn nach der Richtung MC wirkte, ſ. Winkelhebel.

Es iſt nun noch zu erweiſen übrig, daß dieſe mittlere nach MC wirkende Kraft (wenn ſie eben ſoviel thun ſoll, als die beyden äuſſern MT, MV), auch der Größe oder Stärke nach, der Diagonale MC proportional ſeyn müſſe, d. h. daß ſie ſich zu den beyden äuſſern Kräften, wie MC zu MT und MV, verhalten müſſe. Dieſen Beweis führt Herr Käſtner auf folgende Art.

Taf. XXVII. Fig. 103. wirken auf M zwo Kräfte, deren Richtungen und Größen durch die Linien MT und MV ausgedrückt werden. Ergänzt man alſo das Parallelogramm MTCV, ſo giebt deſſen Diagonale MC dem vorigen gemäß die mittlere Richtung an. Man fragt nun nach der Größe dieſer nach MC gerichteten Kraft, welche gerade eben ſoviel, als MT und MV zuſammen, wirken ſoll. Geſetzt, dieſe Größe ſey = x.

Nun ſtelle man ſich die Verlängerung von CM als einen Faden Mc vor, ſo wird an dieſem Faden eine Kraft nach Mc ziehen können. Wenn dieſe nun gerade den Punkt M zurückhalten ſoll, daß ihn die Kräfte MT und MV nicht nach MC treiben, ſo muß ſie der mittlern Kraft entgegengeſetzt und gleich, mithin auch = x ſeyn.

Weil aber die drey Kräfte x, MT, MV einander an M gerade im Gleichgewichte erhalten ſollen, ſo kan man auch x und MT als ein paar äußere anſehen, aus denen eine mittlere entſtehen muß, die mit MV das Gleichgewicht hält, folglich MV gerade entgegengeſetzt ſeyn muß. Alſo

giebt VM verlängert, Mu die Diagonale des Parallelogramms unter den äußern Kräften x und MT.

Man ſetze nun Mc ſolle = x ſeyn, ſo daß das genannte Parallelogramm McuT werde; ſo muß der Punkt c ſo liegen, daß cu=MT=CV, und weil der Punkt u in der verlängerten Linie VM ſeyn muß, ſo iſt MVC=Muc (als Wechſelswinkel zwiſchen Parallelen) auch CMV=cMu (als Vertikalwinkel), mithin iſt auch MCV=Mcu, und die Dreyecke MCV und Mcu, welche einerley Winkel und die gleichen Seiten CV und cu haben, decken einander. Folglich iſt Mu=MV, und Mc=MC=x. Alſo ſtellt die Diagonale MC nicht nur die Richtung, ſondern auch die Größe der mittlern Kraſt zu den beyden äußern MT, MV vor, welches zu erweiſen war.

Wenn daher ein Punkt von zwoen Kräften zugleich getrieben wird, welche ſich den Richtungen und Größen nach, wie die Linien MT, MV verhalten, ſo wiederfährt ihm eben ſoviel, als ob ihn nur eine Kraft triebe, deren Richtung und Größe durch die Linie MC (die Diagonale des Parallelogramms MTCV) ausgedrückt wird. So laſſen ſich Kräfte völlig nach eben den Regeln, wie Bewegungen, zuſammenſetzen.

Die mittlere Kraft MC kan nie ſo groß ſeyn, als die Summe der beyden äußern Kräfte MT+MV, weil die Diagonale eines Parallelogramms jederzeit kürzer iſt, als die Summe ſeiner beyden Seiten. Es geht alſo bey der Zuſammenſetzung allemal etwas von der Summe der Kräfte verlohren. Man überſieht dieſes ſehr deutlich, wenn man die Zerlegung zu Hülfe nimmt, von der unter einem eignen Artikel gehandelt worden iſt. Es laſſen ſich nemlich die Kräfte MT, MV, jede in ein paar andere zerlegen, wovon allemal die eine der mittlern MC parallel, die andere auf MC ſenkrecht iſt. Die beyden auf MC ſenkrechten werden einander entgegengeſetzt und gleich, heben ſich alſo beym Zuſammenkommen gerade auf; und es bleiben nur die beyden mit MC parallelen übrig, welche zuſammen MC ſelbſt ausmachen. Die Verminderung oder der Abgang von der Summe der äuſſern Kräfte entſteht durch die wechſelſeitige Auf-

hebung jener einander entgegengeſetzten Theile. Dieſe Verminderung iſt ſtärker, wenn der Winkel der äuſſern Kräfte TMV groß iſt, oder wenn ihre Richtungen weit auseinandergehen; ſie iſt hingegen geringer, wenn der genannte Winkel klein iſt, oder die Richtungen beyder äuſſern Kräfte mehr conſpiriren.

Sind die äuſſern Kräfte MT=p, MV=q nebſt dem Winkel ihrer Richtungen TMV=k bekannt, ſo giebt die Trigonometrie die mittlere Kraft, oder

$$MC = \sqrt{(p^2 + q^2 - 2pq.\cos k)}$$

ingleichen $\sin TMC = \frac{q.\sin k}{MC}$ und $\sin VMC = \frac{p.\sin k}{MC}$.
Auch verhalten ſich p und q, wie die Sinus von VMC und TMC. Die äuſſern Kräfte verhalten ſich verkehrt, wie die Sinus der Winkel, die ſie mit der mittlern machen. Ferner

$$MC : p = \sin k : \sin VMC$$
$$MC : q = \sin k : \sin TMC,$$

oder: Die mittlere Kraft verhält ſich zu jeder äuſſern, wie der Sinus des Winkels beyder äuſſern zum Sinus des Winkels der andern äuſſern mit der mittlern.

Kommen drey und mehrere Kräfte zuſammen, ſo kan man zuerſt zwo davon zuſammenſetzen, dann die daraus entſtandene mittlere Kraft, als eine äuſſere betrachtet, mit der dritten, u. ſ. f. zuſammenſetzen.

Sollen drey Kräfte gerade im Gleichgewichte ſtehen, ſo müſſen jede zwo derſelben zuſammengeſetzt, eine mittlere geben, die der dritten genau gleich und entgegengeſetzt iſt. Denn nur unter dieſer Bedingung wird die vereinte Wirkung jedes Paares derſelben durch die dritte gerade aufgehoben. So ſtehen Fig. 103. MT, MV, Mc im Gleichgewichte, die ſich den Größen und Richtungen nach mit den drey Seiten MT, TC, CM des Dreyecks MTC vergleichen laſſen. Dies iſt Stevins bekannter Grundſatz des Gleichgewichts dreyer Kräfte, ſ. Gleichgewicht (Th. II. S. 503).

Bringen die Kräfte keine gleichförmigen, ſondern veränderte Bewegungen hervor, ſo kan man dieſelben wenigſtens in unendlich kleinen Zeittheilchen als gleichförmig anſehen, und aus der Zuſammenſetzung der Elemente des Weges Differentialgleichungen für dieſelben herleiten. Auf ſolche Art findet man bald, daß die zuſammengeſetzte Bewegung geradlinigt bleibt, wenn die äuſſern Kräfte nur immer parallel, und die Geſchwindigkeiten, die ſie an jeder Stelle des Weges erzeugen, in einerley Verhältniſſe bleiben. Aendern ſich hingegen die Richtungen, oder die Verhältniſſe der Geſchwindigkeiten, ſo wird der Weg eine **krumme Linie**, deren Natur aus jenen Differentialgleichungen gefunden werden muß. So bleibt Zuſammenſetzung der Kräfte und Bewegungen immer der Grund, auf welchen die meiſten Unterſuchungen der höhern Mechanik, ſelbſt bey krummlinigten Bewegungen, gebaut werden müſſen. Beyſpiele hievon geben die Artikel: **Centralbewegung**, **Fall der Körper auf krummen Linien**, **Wurf** u. a.

Die Wege MT, MV, MC, welche in gleichen Zeiten mit gleichförmiger Bewegung zurückgelegt werden, verhalten ſich, wie die Geſchwindigkeiten, mit denen ſie beſchrieben werden. Sie drücken daher durch ihre Verhältniße gegen einander nicht blos Verhältniße der Bewegungen und Kräfte, ſondern auch der **Geſchwindigkeiten** aus. Alſo kan man auch **Geſchwindigkeiten** zuſammenſetzen, d. h. ſich vorſtellen, der Punkt M, dem die beyden Geſchwindigkeiten MT und MV zugleich mitgetheilt werden, bekomme dadurch die Geſchwindigkeit MC.

Da ſich jede gerade Linie als eine Diagonale unzählich vieler Parallelogrammen anſehen läſt, ſo kan man jede geradlinigte gleichförmige Bewegung, jede Kraft und jede Geſchwindigkeit auf unzählich mannichfaltige Art als ein Reſultat zwoer andern Bewegungen, Kräfte oder Geſchwindigkeiten anſehen, deren Richtungen und Größen allemal durch die beyden Seiten eines dieſer Parallelogrammen ausgedrückt werden, ſ. **Zerlegung der Kräfte und Bewegungen**.

Dieſe Lehren ſind unbeſchreiblich fruchtbar an nützlichen Anwendungen. Der Raum würde fehlen, um auch nur die vornehmſten derſelben hier auszuführen. Ich will nur einiger wenigen, gleichſam zur Probe, gedenken, und bemerken, daß man etwas mehreres und vollſtändigeres hievon beym Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. To. I. §. 572 ſqq.) findet.

Würde z. B. ein Schif in einer gegebenen Zeit vom Strome allein durch MV, vom Winde allein durch MT getrieben, ſo führen es beyde zuſammen in eben der Zeit durch MC. Wird dem Winde ein Segel entgegengeſtellt, auf deſſen größere Fläche er mit mehr Macht wirken kan, ſo wird die Bewegung durch MT verſtärkt, und dadurch die Diagonale MC ſowohl der Richtung als der Größe nach geändert. Stellt man das Segel dem Winde ſchief entgegen, wie CE, Taf. XXVII. Fig. 104. gegen die Richtung des Windes VD geſtellt iſt, ſo läſt ſich erſtlich die Kraft des Windes in zwo zerlegen, deren eine mit CE parallel läuft, und gar nicht aufs Segel wirkt, die andere aber auf CE ſenkrecht ſteht, und durch das Perpendikel DG ausgedrückt werden mag. Dieſe letztere Kraft wirkt allein, und würde das Schif, wenn das Waſſer gar nicht widerſtünde, ſeitwärts nach der Richtung DG forttreiben. Es läſt ſich aber DG wiederum nach zwo Richtungen zerlegen, deren eine DF auf die durch den Schwerpunkt D gehende Axe des Schifs oder den Kiel AB ſenkrecht iſt, die andere FG mit dem Kiele parallel läuft. Nun kan man den Widerſtand des Waſſers ſo anſehen, als ob er gegen die große Seitenfläche AE, mit der ſich das Schif gegen das Waſſer ſtemmt, gerichtet, und alſo der Kraft oder Bewegung nach DF gerade entgegengeſetzt wäre. Iſt alſo dieſer Widerſtand ſo ſtark, daß er die Bewegung nach DF gerade aufhebt, ſo bleibt ganz allein die Kraft FG übrig, welche das Schif parallel mit dem Kiele BA forttreibt, nach welcher Richtung das Waſſer wegen der keilförmigen Geſtalt des Schifs wenig oder gar keinen Widerſtand thun kan. Weil aber in der That DF nur zum Theil, nicht ganz, aufgehoben, auch gegen FG noch einiger Widerſtand vom Waſſer ausgeübt

wird, ſo iſt der wahre Weg des Schifs nicht ganz mit FG parallel, ſondern weicht von DA etwas zur Seite ab, und nimmt die Richtung DL, welche von der Richtung des Kiels um den Winkel BDL (*angle de la derive*) abweicht.

Auf ähnliche Art läſt ſich erklären, wie das Schif vermittelſt des Steuerruders regiert werde, welches ſich um den Punkt B am Hintertheile drehen läſt. Giebt man nemlich dem Steuerruder eine ſchiefe Stellung, indem das Schif vorwärts geht, ſo ſtößt die Fläche des Ruders ſchief gegen das Waſſer, welches eben ſoviel iſt, als ob das Waſſer nach der entgegengeſetzten Richtung AB einen Stoß gegen die ſchief geſtellte Fläche ausübte. Von dieſem Stoße wirkt in die Fläche nur der auf ſie ſenkrechte Theil, und dieſer läſt ſich wiederum in zween Theile zerlegen, deren einer dem Kiele AB gleichlaufend, der andere auf ſelbigen ſenkrecht iſt. Jener Theil hält den Fortgang des Schifs nach der Richtung BA etwas auf. Dieſer treibt den Punkt B ſeitwärts, bewirkt dadurch eine Drehung des Schifs um ſeinen Schwerpunkt, und macht, daß das Vordertheil A nach der andern Seite geht, und das ganze Fahrzeug dadurch gelenkt wird.

Hierauf beruhet auch die Einrichtung der Fähren oder fliegenden Brücken, welche an einem Seile ſo befeſtiget ſind, daß der Strom ſie nicht mitnehmen kan, übrigens aber gegen die Richtung des Stromes ſchief geſtellet, und ſo durch die Gewalt deſſelben von einem Ufer zum andern getrieben werden (ſ. **Leupold** Theatrum pontificiale. Leipzig, 1726. fol. Cap. XXII. Tab. XL. *Muſchenbroek* Introd. To. I. §. 578.). Aus ähnlichen Gründen werden die papiernen Drachen vom Winde gehoben, ſ. **Drache, elektriſcher**, die Flügel der Windmühlen umgedreht, und horizontale Räder mit ſchief eingeſetzten Blechen vom Rauche, ſo wie die gewöhnlichen Radventilatoren in den Fenſtern vom Luftzuge, umgetrieben.

Ueber Gewichte, die an Fäden ziehen und ſie nach verſchiedenen Richtungen ſpannen, hat **Newton** (Arithmetica univerſalis. Probl. Geometr. 48. 49.) ſinnreiche Unterſuchungen angeſtellt, welche ſich auf Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte gründen, und von **Mylius** (Acta

Acad. Elect. Scient. utilium Erfordinae To. I. Erf. 1757. 8. art. V.) erläutert worden ſind. Man kan die Muſkelfaſern als ſolche Fäden anſehen, und daraus die Berechnungen über die Kraft der Muſkeln herleiten, wovon beym Worte **Muſkeln** (Th. III. S. 297 u. f.) Beyſpiele vorkommen. Wie das Wunderbare, welches die angeblich **ſtarken Männer** durch Aufhebung großer Laſten u. dgl. verrichten, auf mechaniſchen Vortheilen beruhe, die ſich aus Zuſammenſetzung und Zerlegung der Kräfte verſtehen laſſen, zeigt **Deſaguliers** (Courſe of experimental Philoſ. Vol. I. Annot. lect. 4. p. 255).

Ueberhaupt giebt es wenig mechaniſche Unterſuchungen, welche nicht durch dieſe Lehren entweder ganz begründet, oder doch wenigſtens erleichtert würden. Als Beyſpiele will ich nur die Theorien der ſchiefen Fläche, ſamt allem, was davon abhängt, aller krummlinigten Bewegungen, der Ebbe und Fluth, der Perturbationen im Laufe der Himmelskörper u. ſ. w. anführen, worüber die von dieſen Gegenſtänden handelnden Artikel nachgeſehen werden können.

v. Muſchenbroek Introd. ad philoſ. natur. To. I. §. 572 ſqq.

Käſtner Anfangsgr. der Mechanik, Göttingen, 1780. 8. §. 60 u. f. S. 31 u. f.

Briſſon Dictionn. raiſonné de phyſ. Art. *Compoſition du mouvement.*

Zuſammenziehung, ſ. Verdichtung.

Zweyſchattichte, Amphiſcii, *Amphiſciens.* Die Bewohner der heißen Zone, deren Schatten im Mittage bald nordwärts, bald ſüdwärts fällt. Für jeden Ort der heißen Zone giebt es im Jahre zween Tage, an welchen die Sonne im Mittage durch den Scheitel geht, wenn nemlich die Abweichung der Sonne der Polhöhe oder geographiſchen Breite des Orts gleich wird; an dieſen Tagen ſind die Bewohner des Orts unſchatticht. Zwiſchen dieſen Tagen aber geht die Sonne in dem einen Theile des Jahres ſüdwärts, im andern nordwärts des Scheitels durch den Mittagskreis, und die Schatten fallen in jenem Theile nach Norden, in dieſem nach Süden, daher die Benennung

Zweyſchattichte entſtanden iſt. Beym Varenius (Geogr. gen. To. III. c. 17. prop. 3.) heißen die Bewohner dieſer Orte aus den angeführten Gründen Aſcii-Amphiſcii.

Zwiſchenmittel, Intermedium, *Intermède, Corps intermédiaire.* Mit dieſem allgemeinen Namen belegt man die Materien, vermittelſt deren ſich Wirkungen von einem Körper zu einem andern entfernten fortpflanzen, es mag nun dieſes durch wirklichen Uebergang einer Materie von einem Orte zum andern (Emiſſion, Emanation), oder durch bloße in den Theilchen der Materie fortgepflanzte Stöße oder Schwingungen (Vibration) geſchehen. So iſt die Luft das Zwiſchenmittel, wodurch der Schall vom ſchallenden Körper zu unſerm Ohre gelangt. Das Sehen geſchieht durch ein Zwiſchenmittel, das wir Licht nennen, ſ. **Licht, Emanationsſyſtem, Vibrationsſyſtem.** Ob es **Wirkungen in die Ferne ohne Zwiſchenmittel** (actiones in diſtans) gebe, iſt ungewiß: in vielen Fällen, wie z. B. bey der Gravitation, bemerken wir zwar kein Zwiſchenmittel; es folgt aber darum noch nicht, daß in der That keines vorhanden ſey.

In der Lehre von den chymiſchen Verwandſchaften wird unter einem **Zwiſchenmittel** (corpus approprians) ein Stof verſtanden, der zween andere, die mit einander nicht unmittelbar in Verwandſchaft ſtehen, durch ſeine Verwandſchaft mit beyden, vereiniget, ſ. **Verwandſchaft** (oben S. 475).

Zwiſchenräume der Körper, Poren, Pori, Intervalla, Interſtitia corporum, *Pores, Interſtices des corps.* Die Räume, welche innerhalb der Grenzen eines Körpers von der ihm eignen undurchdringlichen Materie nicht ausgefüllt werden, ſondern zwiſchen den materiellen Theilen leer bleiben. Dergleichen ſind z. B. die Löcher eines Schwammes, und die unzählbaren Oefnungen, mit welchen man dünne Queerſchnitte von Hölzern jeder Art durchbohrt findet, wenn man dieſelben durchs Mikroſkop betrachtet. Dieſe Zwiſchenräume dienen entweder fremden

zum Körper ſelbſt nicht mit gehörigen Materien, z. B. der Luft, oder noch feinern Stoffen, zum Aufenthalte, oder ſie ſind von aller Materie leer. Im letzten Falle machen ſie dasjenige aus, was man zerſtreute Leere (vacuum diſſeminatum) nennet, ſ. Leere. Wahrſcheinlich aber werden die ſichtbaren Zwiſchenräume gröſtentheils von der Materie des den Körper umgebenden Mittels, z. B. Luft, Waſſer u. ſ. w. ausgefüllt.

Ein Körper, der ſein ganzes Volumen ohne alle Zwiſchenräume völlig mit ſeiner undurchdringlichen Materie ausfüllte, würde vollkommen dicht und für jeden andern noch ſo feinen Stof impermeabel ſeyn. Dergleichen Körper aber kennen wir nicht. Daher findet nie vollkommene Dichte, wohl aber größere oder geringere Dichte ſtatt, je nachdem der Körper unter ebendemſelben Volumen, z. B. im Raume eines Cubikzolls, mehr Materie und weniger Zwiſchenräume, oder weniger Materie bey mehr Zwiſchenräumen enthält. Da die Menge der Materie durchs Gewicht erkannt wird, ſo iſt ein Körper dichter, oder hat weniger Zwiſchenräume, als ein anderer, wenn er unter eben demſelben Volumen mehr wiegt, oder wenn er ſpecifiſch ſchwerer iſt, als der andere, ſ. Dichte, Maſſe, Schwere, ſpecifiſche. Platina und Gold ſind unter allen bekannten Körpern die ſchwerſten und dichteſten, haben alſo in Vergleichung mit andern die wenigſten Zwiſchenräume; inzwiſchen ſind ſie dennoch von einer vollkommenen Dichte und Impermeabilität ſehr weit entfernt, indem ſie ſich nicht allein vom Wärmeſtof, ſondern auch von Auflöſungsmitteln, z. B. vom Königswaſſer, durchdringen laſſen.

Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. To. I. §. 91) führt von der Poroſität aller Körper, welche in unſere Sinne fallen, folgende Beweiſe an:

1. Dünne Blättchen vom reinſten Golde werden, gegen das Licht gekehrt, durchſichtig gefunden, und ſehen wie ein grünes Glas aus. Schon das bloße Auge, noch mehr das Mikroſkop, zeigt in dünnen Blättchen Gold, Silber, Meſſing, Zinn unzählbare kleine Löcher. Das angenehm-

ſte Schauſpiel gewähren Queerſchnitte von Zweigen, die man mit dem Federmeſſer ſo dünn als möglich ſchneidet. Jede Art von Gewächſen, von den härteſten Hölzern bis zu den zärteſten Pflanzen, zeichnet ſich durch eine eigenthümliche Anordnung ihrer Zwiſchenräume aus. Die Theile der thieriſchen Körper ſind dichter, und haben nicht ſo weite und häufige Poren.

2. Da kein Körper durch die materiellen Theile des andern dringen kan, ſo muß jede Maſſe, welche von andern Stoffen durchdrungen wird, nothwendig porös ſeyn. Nun dringt das Licht durch alle dünne Körper, weil man dünne Scheiben von allen Stoffen im Mikroſkope durchſcheinend findet; es dringt ſogar durch dickere. Wenn man den Finger vor die Oefnung im Laden des verfinſterten Zimmers hält, ſo läſt er das Sonnenlicht, wie Horn, durchſcheinen, und eben ſo werden die dichten und harzigen Knoten im Holze durchſcheinend. Ueberdies werden alle feſte und flüßige Körper vom Feuer erwärmt; es muß alſo der Wärmeſtof ſie alle, und zwar nicht ihre undurchdringliche Materie, ſondern ihre Zwiſchenräume, durchdringen, und aus denſelben wieder herausgehen können. Auch die Ausflüße der ſympathetiſchen Dinten, welche durch Holz, durch viele Lagen Papier, Metallblättchen u. d. gl. hindurchgehen, und unſichtbare Schrift lesbar machen, beweiſen die Poroſität aller dieſer Körper.

3. Es giebt ſogar dichtere Flüßigkeiten, welche durch andere Körper dringen. Homberg (Hiſt. de l'acad. roy. des ſc. 1713. p. 409.) bereitete ein Spießglas, das an gelindem Feuer wie Wachs floß, und auf eine Silberplatte gelegt, durch die Hitze ins Silber, wie Waſſer in Löſchpapier, eindrang, ohne ein Loch zu machen. Queckſilber zieht ſich in Gold, Silber, Kupfer, Meſſing, Zinn, Bley, wie in einen Schwamm, ein, dringt in Salben gebracht in die Haut des menſchlichen Körpers, und ſchwitzt mit Hülfe des Drucks durch Leder. Das Waſſer durchdringt alle thieriſche Häute, und macht ſie weich und biegſam; auch zieht es ſich in alle Theile der Pflanzen, deren Nahrung es ausmacht oder mit ſich führt; es dringt in Zucker, Salze,

Sand, Erden und in die meiſten gepülverten Subſtanzen, ja ſo gar in einige Steine, z. B. in den Marmor. Der Marmor iſt ſo porös, daß man ganze ungefärbte Stellen deſſelben durch Spiritus, worinn Harze aufgelöſet ſind, oder durch Ueberziehung mit geſchmolzenem Wachs, Terpentin, Pech, Maſtix ꝛc. mit dünnen Pigmenten vermiſcht, buntfleckig färben kan. Scheidewaſſer nimmt die Bäumchen und Bilder aus den Dendriten hinweg, und zeigt, daß der Agat, der es in ſich zieht, ſehr porös ſey. Oele dringen in Schwefel und in einige Steine.

4. Auch flüßige Materien dringen in einander ein, und ſind daher porös. Man ſchütte in eine kleine gläſerne Flaſche mit einem langen und engen Halſe, die ſich mit einem Glasſtöpſel verſchließen läſt, zwey Drittel Vitriolöl, thue ein Drittel Waſſer hinzu, verſchließe die Flaſche, ſchüttle alles wohl um und verhüte ſorgfältig, daß nichts verfliege. Die Miſchung wird ſtark aufbrauſen, und wenn ſich Hitze und Brauſen gelegt haben, ein kleineres Volumen, als vorher, einnehmen, weil Waſſer und Vitriolöl wechſelſeitig eines in des andern Zwiſchenräume eindringen. Etwas ähnliches geſchieht, wenn man zwey Drittel Waſſer mit einem Drittel Weingeiſt vermiſcht, wodurch beyde Liquoren ſich um $\frac{1}{20}$ des ganzen Volumens zuſammenziehen; auch, wenn man Waſſer mit Salpetergeiſt, Salzgeiſt und zerfloßenem Weinſteinſalz, oder Eſſig mit Sodaſalzlauge vermiſcht, nach **Hook's**, **Hawksbee's** (Phyſico-mechanical exper. Append. Exp. 13.), und **Reaumür's** (Hiſt. de l'acad. roy. des ſc. 1733. p. 25. ſqq.) Verſuchen. Daß die Luft von allen flüßigen Materien, welche ſie in ſich ziehen, durchdrungen werde, iſt daraus klar, weil Flüßigkeiten, die eine merkliche Menge Luft eingeſogen haben, dennoch am Volumen wenig oder gar nicht zunehmen.

Die Größe, Menge und Geſtalt der Poren iſt in den meiſten Körpern nach der verſchiedenen Art und Beſchaffenheit derſelben verſchieden, wie die mikroſkopiſchen Beobachtungen zeigen. Vornehmlich gewährt die Betrachtung der Pflanzen viel Vergnügen, worüber man **Malpighi** (Anatome plantarum. Lond. 1676. fol. Tab. V. VI.),

Leeuwenhoek (Epiſtol. 29. Continuat. III. Epiſt. 74. Cont. V. Epiſt. 88.) und Adams (Micrograph. illuſtrata. Tab. XLVIII - LI.) nachſehen kan. Die Vergrößerungsgläſer zeigen in manchen Körpern eine ſolche Menge und Größe der Zwiſchenräume, daß man faſt zweifelhaft wird, ob ſie aus maſſiven Theilen beſtehen, wie z. B. im Kork, den Schwämmen und den leichten Hölzern.

Wenn wir einen einzigen in die Sinne fallenden Körper ohne alle Zwiſchenräume fänden, ſo würde es möglich ſeyn, Verhältniſſe der Poroſität aller Körper anzugeben. Denn geſetzt, ein ſolcher vollkommen dichter Körper von der Größe eines Cubikzolles wöge 1 Pfund, und ein anderer von eben der Größe nur $\frac{1}{2}$ Pfund, ſo müßten die Zwiſchenräume im letztern die Helfte ſeines Raumes einnehmen, und nur die andere Helfte könnte mit undurchdringlicher Materie erfüllt ſeyn. Auf eben dieſe Art könnte man allezeit genau wiſſen, wie viel Raum die Materie, und wie viel die Zwiſchenräume in jedem Körper einnähmen; bis jetzt aber kennen wir noch keinen vollkommen dichten Körper, und können alſo hierüber nichts beſtimmen.

So ſchwer das Gold iſt, ſo iſt es dennoch ſehr porös: man nehme einſtweilen an, die Zwiſchenräume deſſelben machten die Helfte ſeines Volumens aus, und die andere Helfte beſtehe aus dichter Materie. Nun iſt das Waſſer bey gleichem Volumen 19$\frac{1}{4}$mal leichter, als Gold; es muß ſich alſo im Raume des Goldes 19$\frac{1}{4}$mal mehr Materie, als im Raume des Waſſers, befinden. Wenn nun die im Raume des Goldes vorhandene Materie die Helfte deſſelben ausmacht, ſo muß die im Raume des Waſſers vorhandene noch 19$\frac{1}{4}$mal weniger betragen, und es müſſen ſich die Zwiſchenräume im Waſſer zu dem Theile, den die ſolide Materie ausfüllt, wie 38$\frac{1}{2}$ zu 1 verhalten. Der Kork iſt 81$\frac{1}{2}$mal leichter, als Gold; mithin muß ſich nach eben dieſen Schlüſſen die Summe der Zwiſchenräume im Korke zu dem ſoliden Theile, wie 163 zu 1 verhalten. Wer ſollte wohl glauben, daß es ſo wenig Materie in den Körpern gebe? Und vielleicht haben ſie deren in der That noch weit

weniger, als der eben gemachte Ueberſchlag anzugeben ſcheint.

Um ſich einen Begrif von den Körpern und ihren Zwiſchenräumen zu machen, ſtelle man ſich mehrere durchlöcherte Siebe über und an einander liegend vor, ſo wird daraus eine Maſſe entſtehen, welche von allen Seiten und nach den meiſten Richtungen mit vielen durch und durch gehenden Oeſnungen durchbohrt iſt. Durch eine ſolche Maſſe werden feine Theile ungehindert durchgehen können, ſo wie Staub und Pulver ungehindert durch ein Sieb geht, wenn ſeine Theile kleiner, als die im Siebe befindlichen Löcher ſind. Da nun alle Körper ſolchen Maſſen ähnlich ſind, ſo laſſen ſich hieraus viele ſonſt unbegreifliche Wirkungen und Erſcheinungen erklären. Wenn man ein reines und glattes Stück Silber mit noch ſo viel Papier und Leinwand umwickelt, über flüchtige Schwefelſäure hält, ſo wird es in kurzer Zeit ganz ſchwarz; indem der flüchtige Geiſt ſehr leicht durch die Poren des Papiers und der Leinwand bis zum Silber dringet. Die Ausflüße des Moſchus und anderer ſtarkriechenden Subſtanzen dringen ohne Schwierigkeit durch die Zwiſchenräume hölzerner Büchſen; Weingeiſt dünſtet durch die Poren hölzerner Gefäße u. ſ. w.

Dennoch zeigen ſich hiebey Erſcheinungen, welche nicht von der Größe der Zwiſchenräume allein abhängen. Oft dringen ſehr feine Materien dennoch gar nicht in gewiſſe Körper ein, obgleich die Poren der leztern weit größer ſind, als nöthig wäre, die kleinen Theile jener Materien zu faſſen und durchzulaſſen. Die Zwiſchenräume des Korks ſind ungemein viel größer, als die kleinſten Theilchen des Waſſers oder Weines; dennoch dringen dieſe Liquoren nicht durch den Kork, und aus Flaſchen, die mit Kork verſtopft ſind, läuft, wenn man ſie umkehrt, nicht ein Tropfen aus. Durch kameelhärne Zeuge, ſo weit auch ihre Zwiſchenräume ſeyn mögen, dringt doch das Waſſer nicht; ſie laſſen ſich daher ſehr ſchiklich zu Regenmänteln gebrauchen. Dieſe Phänomene ſcheinen von der Anziehung abzuhängen, ſ. Adhäſion. Eben ſo dringt das Licht nicht durch eine Menge Körper, deren Zwiſchenräume ohne alle Vergleichung

größer ſind, als die Lichttheilchen im Emanationsſyſtem angenommen werden können; da es hingegen andere weit dichtere Körper, z. B. Glas, Bergkryſtall, Diamant, ganz leicht durchdringt.

Kork und Tannenholz, als die leichteſten Hölzer, ſind in dünne Scheibchen zerſchnitten, am geſchickteſten, unter dem Mikroſkop die bewundernswürdige Menge der Zwiſchenräume, die in den Körpern vorhanden ſind, nebſt ihrer Geſtalt und Anordnung zu entdecken. D. Hook hat ſchon in ſeiner Mikrographie hierüber merkwürdige Beobachtungen angeſtellt. In einem Stücke Kork von $\frac{1}{18}$ Zoll Länge laſſen ſich 60 Zellen in gerader Linie zählen, woraus folgt, daß es deren in der Länge eines Zolles 1080, und wenn man ſie von cubiſcher Geſtalt annimmt, in einem Cubikzolle über 1259 Millionen geben müſſe. Dieſe leeren Zellen ſind nur durch äuſſerſt feine Scheidewände getrennt, welche einzig und allein die ſolide Subſtanz des Körpers ausmachen.

Es iſt unmöglich zu beſtimmen, wie viel Raum dieſe geringe Summe der ſoliden und undurchdringlichen Materie noch einnehmen würde, wenn ſie ohne alle Zwiſchenräume mit vollkommner Dichte zuſammengepreßt wäre. Daß aber dieſer Raum ſehr wenig betragen würde, iſt leicht abzuſehen. Prieſtley (Diſquiſitions relating to Matter and Spirit. London, 1778. 8. p. 17.) ſagt ganz richtig, man finde nichts widerſprechendes darinn, daß die ganze ſolide Materie des Sonnenſyſtems in einer Nußſchale Platz haben könne; ſo groß ſey ſelbſt in den dichteſten Körpern der leere Raum in Vergleichung mit ihren ſoliden Beſtandtheilen. In der That wird man dieſer Behauptung, ſo parador ſie immer ſcheinen mag, keinen Erfahrungsſatz entgegenſtellen können, weil ſich unſern Sinnen ſchlechterdings nichts vollkommen dichtes darſtellt. Aber hieraus mit Prieſtley zu folgern, daß es gar keine undurchdringliche Materie gebe, iſt doch ein unverzeihlicher Sprung im Schließen, bey dem man auf einmal allen ſinnlichen Schein vergeſſen und ganz über das Gebiet der Phyſik hinausgehen muß. Aus dem, was die Beobachtungen lehren,

läſt ſich nur ſchlieſsen, daß es weniger Materie gebe, als man nach dem erſten Anſcheine vermuthen ſollte; nicht aber, wie viel es deren, oder daß es gar keine gebe. Herr de Lüc (Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, a. d. frz. Leipzig, 1781. gr. 8. I. Band. S. 93.) antwortet darauf ſehr gründlich, ſo wenig man auch ſolide Materie brauchen möge, um das Weltgebäude zuſammenzuſetzen, ſo brauche man doch immer **Etwas**, und ohne dieſes Etwas könne man ſich weder **Körper**, noch **Bewegung** gedenken. „Soll es Bewegung geben, ſagt er, „ſo iſt doch nothwendig, daß ſich **etwas** bewege: Wirkſamkeit ohne Subſtanz iſt überall eine Chimäre.“

v. Muſſchenbroek. Introd. ad philoſ. nat. To. I, §. 91. ſeqq.

Briſſon Dict. raiſonné de phyſ. Art. *Pores.*

Ende.

Bayerische Staatsbibliothek München

Tab. XXII.

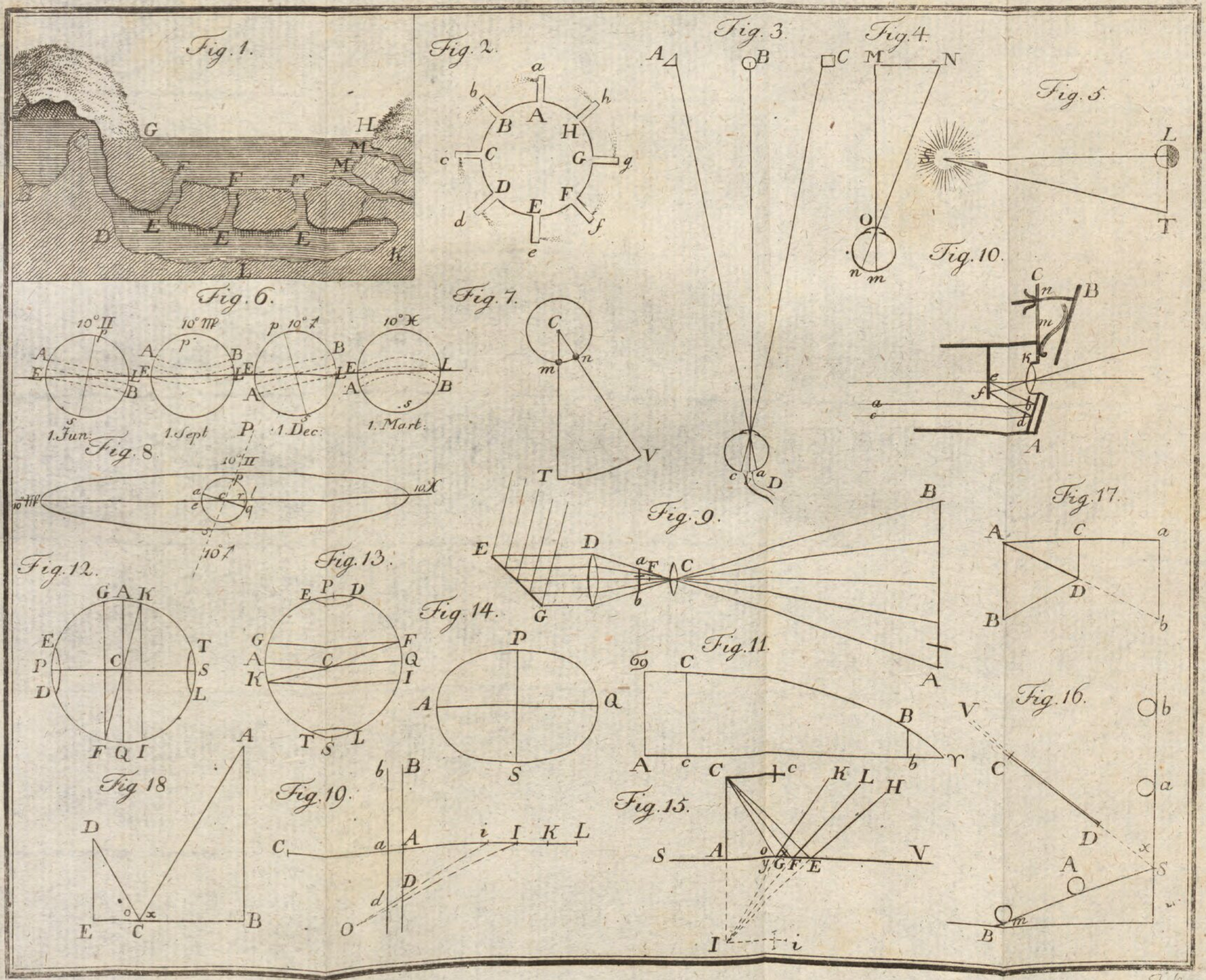


Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
1. Jun.
1. Sept.
1. Dec.
1. Mart.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.

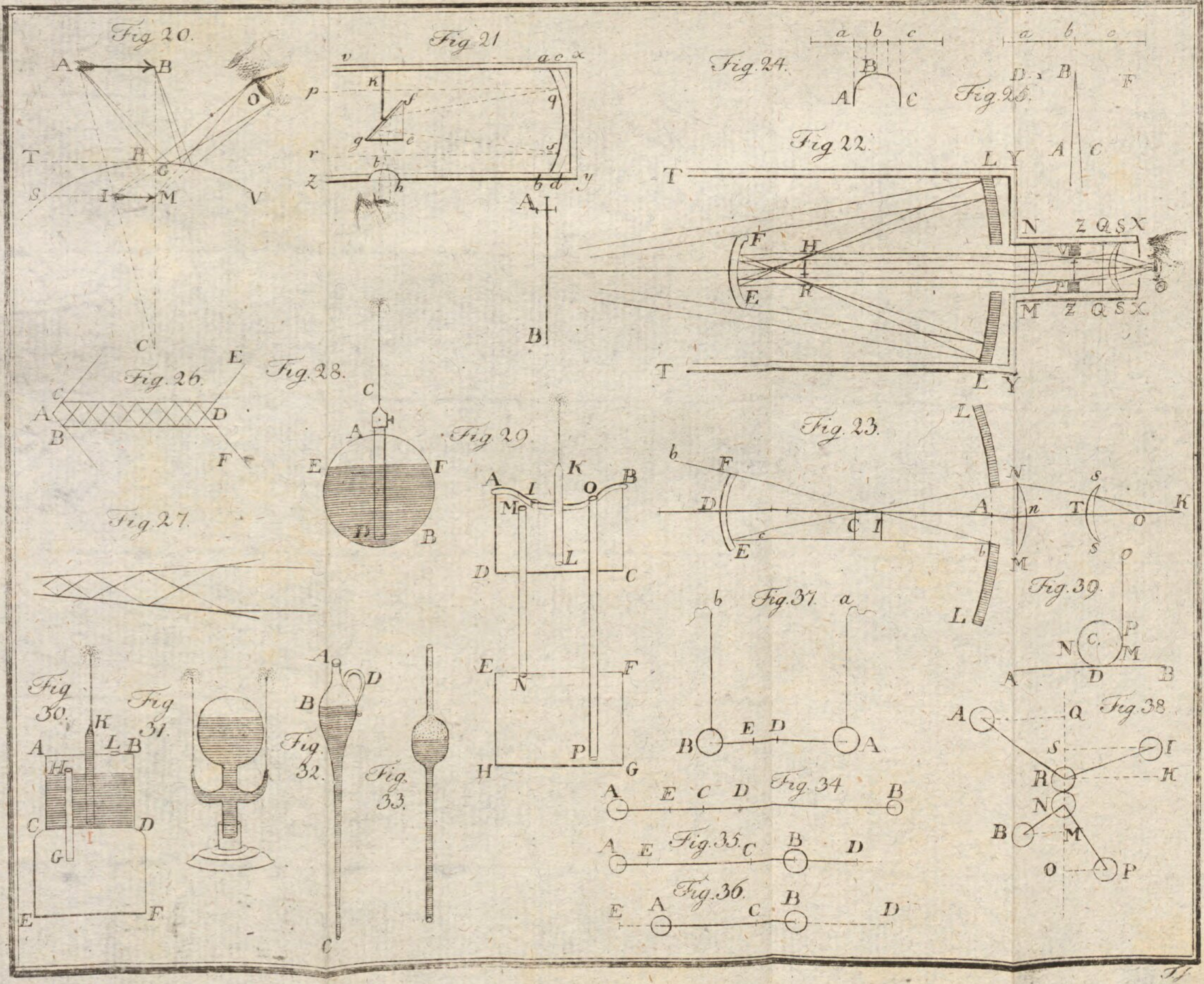


Fig 20.
Fig 21.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig 22.
Fig. 23.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig 30.
Fig 31.
Fig. 32.
Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.

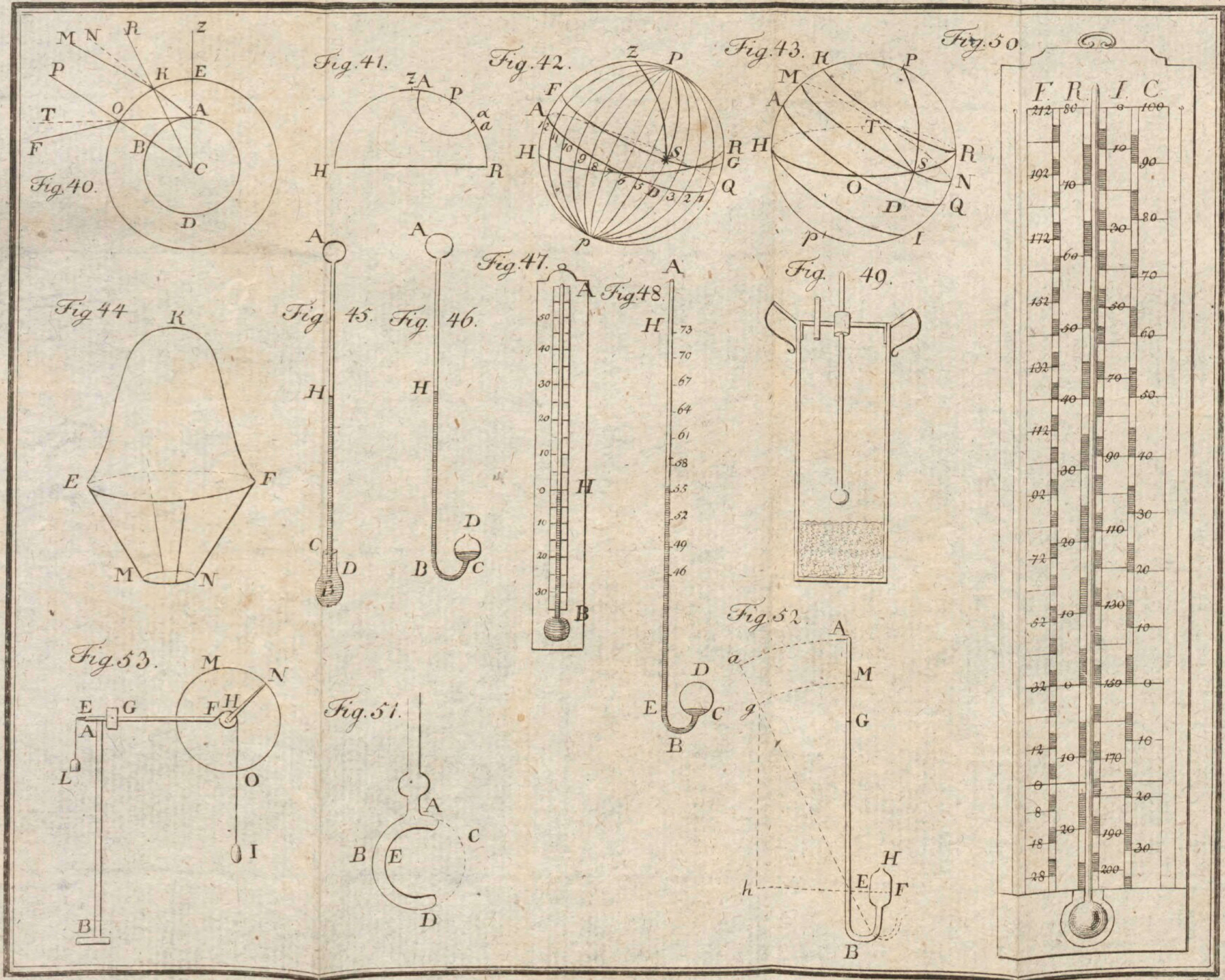


Fig. 40.
Fig. 41.
Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 44
Fig 45.
Fig. 46.
Fig. 47.
Fig. 48.
Fig. 49.
Fig. 50.
F. R. I. C.
Fig. 51.
Fig. 52.
Fig. 53.

T. J.

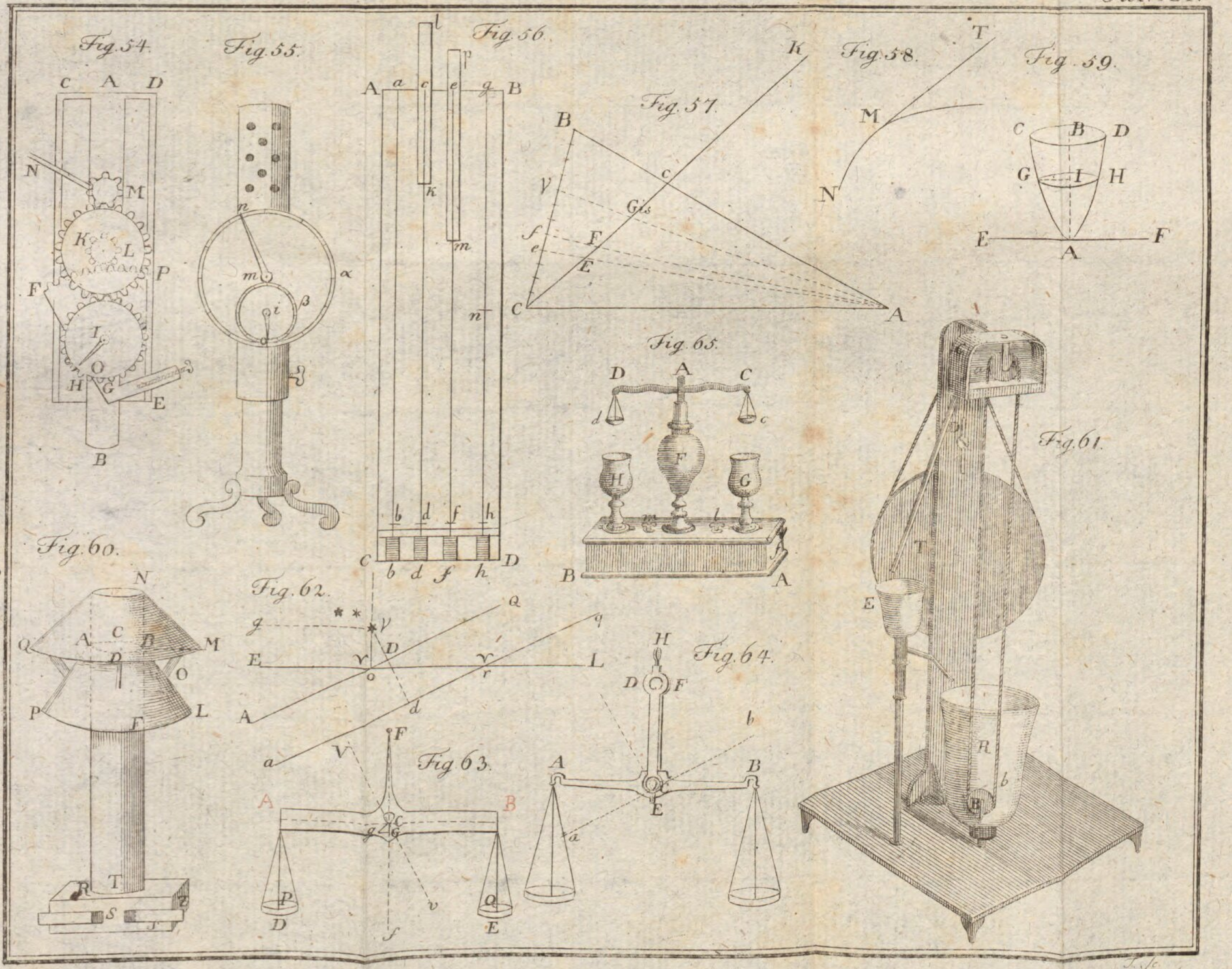
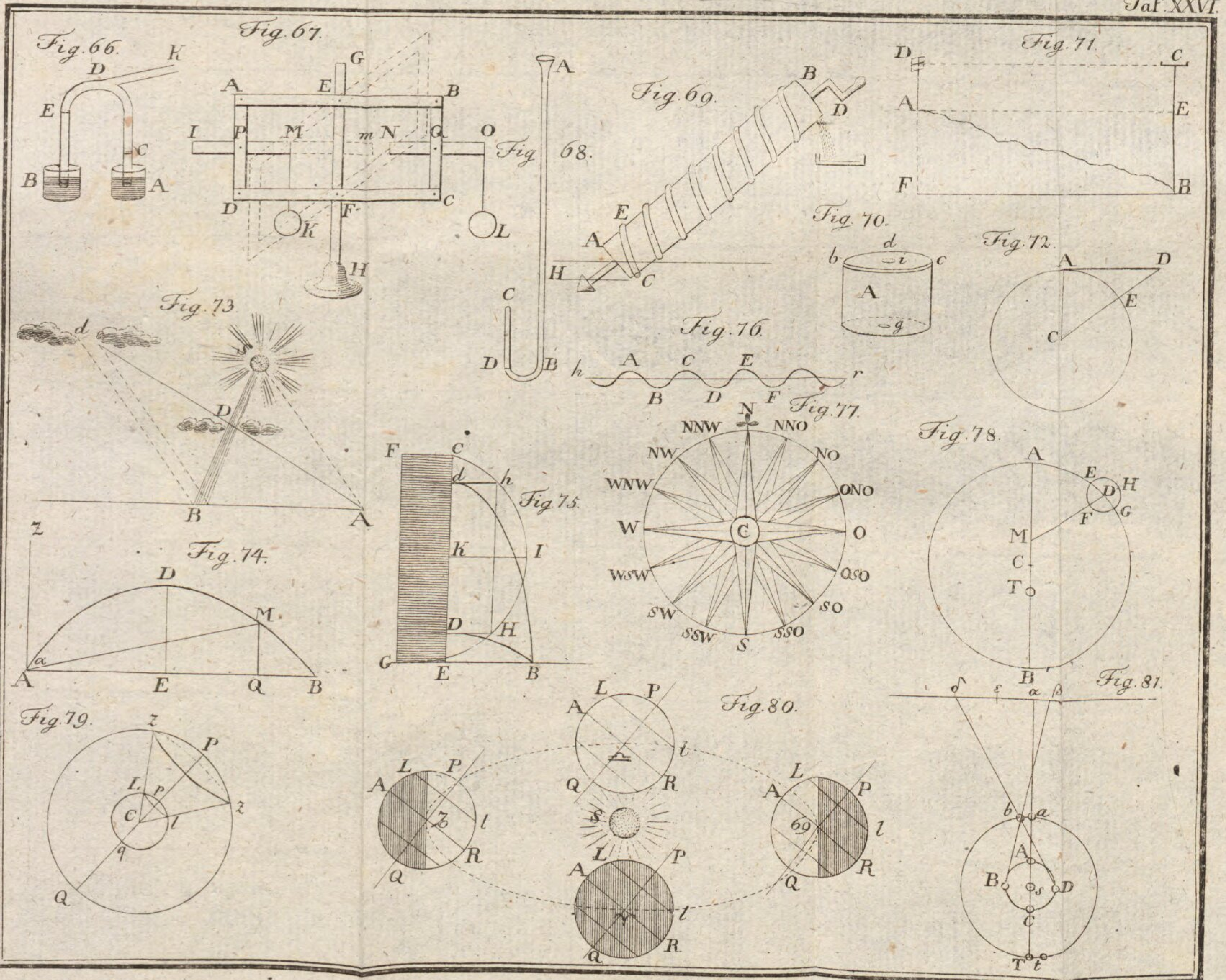


Fig. 54.
Fig. 55.
Fig. 56.
Fig. 57.
Fig. 58.
Fig. 59.
Fig. 60.
Fig. 61.
Fig. 62.
Fig. 63.
Fig. 64.
Fig. 65.


Taf. XXVI.
Fig. 66.
Fig. 67.
Fig. 68.
Fig. 69.
Fig. 70.
Fig. 71.
Fig. 72.
Fig. 73.
Fig. 74.
Fig. 75.
Fig. 76.
Fig. 77.
Fig. 78.
Fig. 79.
Fig. 80.
Fig. 81.
NNW NNO NW NO WNW ONO W O WSW OSO SW SO SSW SSO N S C
J. t. sc.

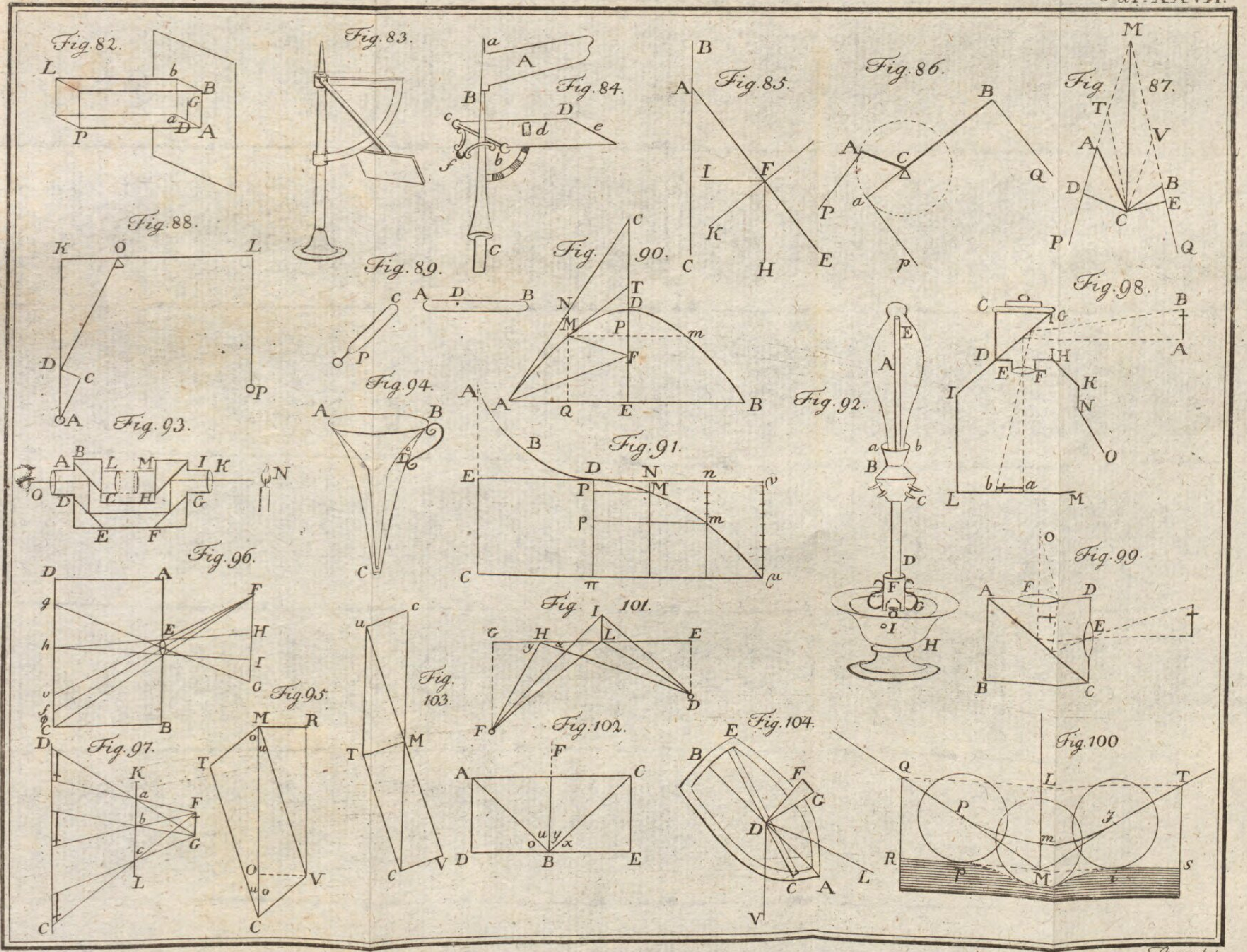


Fig. 82.
Fig. 83.
Fig. 84.
Fig. 85.
Fig. 86.
Fig. 87.
Fig. 88.
Fig. 89.
Fig. 90.
Fig. 91.
Fig. 92.
Fig. 93.
Fig. 94.
Fig. 95.
Fig. 96.
Fig. 97.
Fig. 98.
Fig. 99.
Fig. 100
Fig. 101.
Fig. 102.
Fig. 103.
Fig. 104.

Thoenert sc.

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Gehler, Johann Samuel Traugott,

Physikalisches Wörterbuch oder Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstwörter der Naturlehre mit kurzen Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge begleitet in alphabetischer Ordnung
Bd.: 4

Leipzig 1791

Phys.g. 133-4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131073-6
VD18 9003113